



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118872259 A

(43) 申请公布日 2024. 10. 29

(21) 申请号 202380026685.4

(22) 申请日 2023.03.15

(30) 优先权数据

17/656,361 2022.03.24 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2023/064445 2023.03.15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/183743 EN 2023.09.28

(71) 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 冯文俊 高慧珊 K·刘

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理师 潘冠伊

(51) Int.Cl.

H04N 5/222 (2006.01)

G06T 5/80 (2024.01)

G06T 5/73 (2024.01)

G06T 5/50 (2006.01)

G06N 3/09 (2023.01)

H04N 5/262 (2006.01)

H04N 23/67 (2023.01)

H04N 23/951 (2023.01)

H04N 23/958 (2023.01)

G06T 7/55 (2017.01)

H04N 23/743 (2023.01)

H04N 23/80 (2023.01)

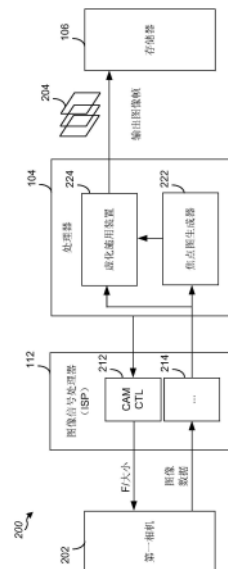
权利要求书4页 说明书17页 附图7页

(54) 发明名称

可变光圈 (VA) 相机系统中的虚化效果

(57) 摘要

本公开提供用于图像处理的系统、方法和设备,支持应用于图像处理中的增强图像效果,诸如虚化效果。在第一方面,图像处理方法包括基于在不同光圈大小下捕获的第一图像数据和第二图像数据确定对应于第一场景的深度图;基于深度图和与第一光圈大小和第二光圈大小不同的模拟光圈大小来确定焦点图;以及基于该焦点图、该第一图像数据和该第二图像数据来确定输出图像帧。还要求保护并描述了其他方面和特征。



1. 一种方法,所述方法包括:

接收在第一光圈大小下捕获的第一图像数据及在第二光圈大小下捕获的第二图像数据,所述第一图像数据和所述第二图像数据中的每一者表示第一场景;

基于所述第一图像数据和所述第二图像数据确定对应于所述第一场景的深度图,所述深度图包括指示记录所述第一图像数据的图像传感器与所述第一场景中的对象之间的距离的第一值;

基于所述深度图和不同于所述第一光圈大小和所述第二光圈大小的模拟光圈大小来确定焦点图,所述焦点图包括指示针对记录所述第一图像数据的所述图像传感器与所述第一场景中的所述对象之间的对应距离在所述模拟光圈大小下的模糊量的第二值;以及

基于所述焦点图、所述第一图像数据和所述第二图像数据来确定输出图像帧。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中确定所述深度图包括基于所述第一图像数据和所述第二图像数据确定对应于所述第一场景的模糊图。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中确定所述模糊图包括确定用于所述第一图像数据的第一清晰度值以及确定用于所述第二图像数据的第二清晰度值,其中所述模糊图包括基于所述第一清晰度值及所述第二清晰度值的模糊值。

4. 根据权利要求2所述的方法,其中确定所述模糊图包括基于监督式机器学习来确定对应于记录所述第一图像数据的所述图像传感器与所述第一场景中的所述对象之间的所述距离的模糊核大小值。

5. 根据权利要求2所述的方法,其中确定所述焦点图包括基于所述深度图和深度与模糊之间的预先确定的关系来确定所述第二值。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述图像传感器捕获所述第一图像数据和所述第二图像数据,并且其中所述图像传感器被配置为可变光圈 (VA) 相机系统。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中:

确定所述深度图包括确定模糊度图,确定所述模糊度图包括确定用于所述第一图像数据的第一清晰度值以及确定用于所述第二图像数据的第二清晰度值,其中所述模糊图包括基于所述第一清晰度值和所述第二清晰度值的模糊值;

确定所述焦点图包括基于所述模糊度图和光圈大小与深度之间的预先确定的关系来确定所述焦点图;以及

确定所述输出图像帧包括基于所述焦点图将所述第一图像数据与所述第二图像数据的对应数据进行共混。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中确定所述输出图像帧包括确定包括基于所述焦点图而模糊的部分的所述输出图像帧,以获得对应于所述模拟光圈大小的照片。

9. 根据权利要求6所述的方法,其中:

确定所述深度图包括基于监督式机器学习来确定模糊核大小值;

确定所述焦点图包括基于所述模糊核大小值和模糊核大小与深度之间的预先确定的关系来确定所述焦点图;以及

确定所述输出图像帧包括基于所述焦点图将所述第一图像数据与所述第二图像数据的对应数据进行共混。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中确定所述输出图像帧包括确定包括基于所述焦点

图而模糊的部分的所述输出图像帧,以获得对应于所述模拟光圈大小的照片。

11.一种装置,所述装置包括:

存储器,所述存储器存储处理器可读代码;以及

至少一个处理器,所述至少一个处理器耦合到所述存储器,所述至少一个处理器被配置为执行所述处理器可读代码以使所述至少一个处理器执行包括以下各项的操作:

接收在第一光圈大小下捕获的第一图像数据及在第二光圈大小下捕获的第二图像数据,所述第一图像数据和所述第二图像数据中的每一者表示第一场景;

基于所述第一图像数据和所述第二图像数据确定对应于所述第一场景的深度图,

所述深度图包括指示记录所述第一图像数据的图像传感器与所述第一场景中的对象之间的距离的第一值;

基于所述深度图和不同于所述第一光圈大小和所述第二光圈大小的模拟光圈大小来确定焦点图,所述焦点图包括指示针对记录所述第一图像数据的所述图像传感器与所述第一场景中的所述对象之间的对应距离在所述模拟光圈大小下的模糊量的第二值;以及

基于所述焦点图、所述第一图像数据和所述第二图像数据来确定输出图像帧。

12.根据权利要求11所述的装置,其中确定所述深度图包括基于所述第一图像数据和所述第二图像数据确定对应于所述第一场景的模糊图。

13.根据权利要求12所述的装置,其中确定所述模糊图包括确定用于所述第一图像数据的第一清晰度值以及确定用于所述第二图像数据的第二清晰度值,其中所述模糊图包括基于所述第一清晰度值和所述第二清晰度值的模糊值。

14.根据权利要求12所述的装置,其中确定所述模糊图包括基于监督式机器学习来确定对应于记录所述第一图像数据的所述图像传感器与所述第一场景中的所述对象之间的所述距离的模糊核大小值。

15.根据权利要求12所述的装置,其中确定所述焦点图包括基于所述深度图和深度与模糊之间的预先确定的关系来确定所述第二值。

16.根据权利要求11所述的装置,还包括可变光圈(VA)相机系统,所述可变光圈相机系统被配置为在所述第一光圈大小下捕获所述第一图像数据并且在所述第二光圈大小下捕获所述第二图像数据。

17.根据权利要求16所述的装置,其中:

确定所述深度图包括确定模糊度图,确定所述模糊度图包括确定用于所述第一图像数据的第一清晰度值以及确定用于所述第二图像数据的第二清晰度值,其中所述模糊图包括基于所述第一清晰度值和所述第二清晰度值的模糊值;

确定所述焦点图包括基于所述模糊度图和光圈大小与深度之间的预先确定的关系来确定所述焦点图;以及

确定所述输出图像帧包括基于所述焦点图将所述第一图像数据与所述第二图像数据的对应数据进行共混。

18.根据权利要求17所述的装置,其中确定所述输出图像帧包括确定包括基于所述焦点图而模糊的部分的所述输出图像帧,以获得对应于所述模拟光圈大小的照片。

19.根据权利要求16所述的装置,其中:

确定所述深度图包括基于监督式机器学习来确定模糊核大小值;

确定所述焦点图包括基于所述模糊核大小值和模糊核大小与深度之间的预先确定的关系来确定所述焦点图;以及

确定所述输出图像帧包括基于所述焦点图将所述第一图像数据与所述第二图像数据的对应数据进行共混。

20. 根据权利要求19所述的装置,其中确定所述输出图像帧包括确定包括基于所述焦点图而模糊的部分的所述输出图像帧,以获得对应于所述模拟光圈大小的照片。

21. 一种存储指令的非暂态计算机可读介质,所述指令在由处理器执行时使所述处理器执行包括以下各项的操作:

接收在第一光圈大小下捕获的第一图像数据及在第二光圈大小下捕获的第二图像数据,所述第一图像数据和所述第二图像数据中的每一者表示第一场景;

基于所述第一图像数据和所述第二图像数据确定对应于所述第一场景的深度图,所述深度图包括指示记录所述第一图像数据的图像传感器与所述第一场景中的对象之间的距离的第一值;

基于所述深度图和不同于所述第一光圈大小和所述第二光圈大小的模拟光圈大小来确定焦点图,所述焦点图包括指示针对记录所述第一图像数据的所述图像传感器与所述第一场景中的所述对象之间的对应距离在所述模拟光圈大小下的模糊量的第二值;以及

基于所述焦点图、所述第一图像数据和所述第二图像数据来确定输出图像帧。

22. 根据权利要求21所述的非暂态计算机可读介质,其中确定所述深度图包括基于所述第一图像数据和所述第二图像数据确定对应于所述第一场景的模糊图。

23. 根据权利要求22所述的非暂态计算机可读介质,其中确定所述模糊图包括确定用于所述第一图像数据的第一清晰度值以及确定用于所述第二图像数据的第二清晰度值,其中所述模糊图包括基于所述第一清晰度值和所述第二清晰度值的模糊值。

24. 根据权利要求22所述的非暂态计算机可读介质,其中确定所述模糊图包括基于监督式机器学习来确定对应于记录所述第一图像数据的所述图像传感器与所述第一场景中的所述对象之间的所述距离的模糊核大小值。

25. 根据权利要求22所述的非暂态计算机可读介质,其中确定所述焦点图包括基于所述深度图和深度与模糊之间的预先确定的关系来确定所述第二值。

26. 根据权利要求21所述的非暂态计算机可读介质,其中所述图像传感器捕获所述第一图像数据和所述第二图像数据,并且其中所述图像传感器被配置为可变光圈(VA)相机系统。

27. 根据权利要求26所述的非暂态计算机可读介质,其中:

确定所述深度图包括确定模糊度图,确定所述模糊度图包括确定用于所述第一图像数据的第一清晰度值以及确定用于所述第二图像数据的第二清晰度值,其中所述模糊图包括基于所述第一清晰度值和所述第二清晰度值的模糊值;

确定所述焦点图包括基于所述模糊度图和光圈大小与深度之间的预先确定的关系来确定所述焦点图;以及

确定所述输出图像帧包括基于所述焦点图将所述第一图像数据与所述第二图像数据的对应数据进行共混。

28. 根据权利要求27所述的非暂态计算机可读介质,其中确定所述输出图像帧包括确

定包括基于所述焦点图而模糊的部分的所述输出图像帧,以获得对应于所述模拟光圈大小的照片。

29. 根据权利要求26所述的非暂态计算机可读介质,其中:

确定所述深度图包括基于监督式机器学习来确定模糊核大小值;

确定所述焦点图包括基于所述模糊核大小值和模糊核大小与深度之间的预先确定的关系来确定所述焦点图;以及

确定所述输出图像帧包括基于所述焦点图将所述第一图像数据与所述第二图像数据的对应数据进行共混。

30. 根据权利要求29所述的非暂态计算机可读介质,其中确定所述输出图像帧包括确定包括基于所述焦点图而模糊的部分的所述输出图像帧,以获得对应于所述模拟光圈大小的照片。

可变光圈 (VA) 相机系统中的虚化效果

技术领域

[0001] 本公开的各方面整体涉及图像处理,并且更具体地涉及将效果应用于捕获的图像数据,诸如复制虚化效果的背景模糊。一些特征可实现并提供改进的图像处理,包括具有多个深度处的对象的场景中的主体和对象的照片的改进的外观。

背景技术

[0002] 图像捕获设备是可捕获一个或多个数字图像(无论是用于照片的静止图像还是用于视频的图像序列)的设备。捕获设备可被结合到各种设备中。以举例的方式,图像捕获设备可包括独立数字相机或数字视频摄像机、配备有相机的无线通信设备手机(诸如移动电话、蜂窝或卫星无线电电话)、个人数字助理(PDA)、面板或平板电脑、游戏设备、计算机设备(诸如网络摄像机、视频监控相机)或具有数字成像或视频能力的其他设备。

[0003] 在某些场景中,拍摄者可能希望将观察者的焦点引导到场景的一部分。例如,在人的肖像照片中,拍摄者可能希望观察者聚焦在这个人上,而不是其他风景上。拍摄者可以为这样的照片选择低光圈镜头,因为低光圈导致在与入不同的深度处的对象明显模糊。相比于高光圈镜头,较低光圈镜头产生更高的模糊。然而,低光圈镜头通常大小较大并且由较高成本的材料制成。

发明内容

[0004] 下文概括了本公开的一些方面,以提供对所论述的技术的基本理解。该概括不是对本公开的全部预期特征的详尽概述,并且既不旨在标识本公开的全部方面的关键或重要元素,也不旨在描绘本公开的任何或全部方面的范围。其唯一目的是以概括的形式给出本公开的一个或多个方面的一些概念,作为稍后给出的更具体实施方式的前序。

[0005] 计算摄影可用于处理图像数据并将效果应用于场景,诸如模拟通常发生于低光圈镜头的模糊的虚化效果的应用。在可变光圈(VA)相机系统中,可能期望以与VA相机系统中可用的光圈大小不同的光圈大小进行模糊。可应用图像处理以获得与VA相机系统中可用的光圈大小不同或与用于捕获图像数据的光圈大小不同的光圈大小。可以通过基于通过控制VA相机系统的光圈在多个光圈大小下捕获的图像数据的图像处理来应用对照片的视觉效果,诸如复制虚化效果的模糊。

[0006] 在本公开的一个方面,用于图像处理的方法包括:接收在第一光圈大小下捕获的第一图像数据及在第二光圈大小下捕获的第二图像数据,该第一图像数据和该第二图像数据中的每一者表示第一场景;基于该第一图像数据和该第二图像数据确定对应于该第一场景的深度图,该深度图包括指示记录该第一图像数据的图像传感器与该第一场景中的对象之间的距离的第一值;基于该深度图和不同于该第一光圈大小和该第二光圈大小的模拟光圈大小来确定焦点图,该焦点图包括指示针对记录该第一图像数据的该图像传感器与该第一场景中的该对象之间的对应距离在该模拟光圈大小下的模糊量的第二值;以及基于该焦点图、该第一图像数据和该第二图像数据来确定输出图像帧。

[0007] 在本公开的附加方面,一种装置包括至少一个处理器和耦合到该至少一个处理器的存储器。该至少一个处理器被配置为执行包括以下各项的操作:接收在第一光圈大小下捕获的第一图像数据及在第二光圈大小下捕获的第二图像数据,该第一图像数据和该第二图像数据中的每一者表示第一场景;基于该第一图像数据和该第二图像数据确定对应于该第一场景的深度图,该深度图包括指示记录该第一图像数据的图像传感器与该第一场景中的对象之间的距离的第一值;基于该深度图和不同于该第一光圈大小和该第二光圈大小的模拟光圈大小来确定焦点图,该焦点图包括指示针对记录该第一图像数据的该图像传感器与该第一场景中的该对象之间的对应距离在该模拟光圈大小下的模糊量的第二值;以及基于该焦点图、该第一图像数据和该第二图像数据来确定输出图像帧。

[0008] 在本公开的附加方面,一种装置包括:用于接收在第一光圈大小下捕获的第一图像数据及在第二光圈大小下捕获的第二图像数据的构件,该第一图像数据和该第二图像数据中的每一者表示第一场景;用于基于该第一图像数据和该第二图像数据确定对应于该第一场景的深度图的构件,该深度图包括指示记录该第一图像数据的图像传感器与该第一场景中的对象之间的距离的第一值;用于基于该深度图和不同于该第一光圈大小和该第二光圈大小的模拟光圈大小来确定焦点图的构件,该焦点图包括指示针对记录该第一图像数据的该图像传感器与该第一场景中的该对象之间的对应距离在该模拟光圈大小下的模糊量的第二值;以及用于基于该焦点图、该第一图像数据和该第二图像数据来确定输出图像帧的构件。

[0009] 在本公开的附加方面,一种非暂态计算机可读介质存储指令,该指令在由处理器执行时使该处理器执行操作。该操作包括接收在第一光圈大小下捕获的第一图像数据及在第二光圈大小下捕获的第二图像数据,该第一图像数据和该第二图像数据中的每一者表示第一场景;基于该第一图像数据和该第二图像数据确定对应于该第一场景的深度图,该深度图包括指示记录该第一图像数据的图像传感器与该第一场景中的对象之间的距离的第一值;基于该深度图和不同于该第一光圈大小和该第二光圈大小的模拟光圈大小来确定焦点图,该焦点图包括指示针对记录该第一图像数据的该图像传感器与该第一场景中的该对象之间的对应距离在该模拟光圈大小下的模糊量的第二值;以及基于该焦点图、该第一图像数据和该第二图像数据来确定输出图像帧。

[0010] 图像捕获设备(可捕获无论是静止图像照片还是视频的图像序列的一个或多个数字图像的设备)可被结合到各种设备中。以举例的方式,图像捕获设备可包括独立数字相机或数字视频摄像机、配备有相机的无线通信设备手机(诸如移动电话、蜂窝或卫星无线电话)、个人数字助理(PDA)、面板或平板电脑、游戏设备、计算机设备(诸如网络摄像机、视频监控相机)或具有数字成像或视频能力的其他设备。

[0011] 一般来讲,本公开描述涉及具有图像传感器和图像信号处理器(ISP)的数字相机的图像处理技术。ISP可被配置为控制对来自一个或多个图像传感器的图像帧的捕获并且处理来自该一个或多个图像传感器的一个或多个图像帧以生成校正的图像帧中的场景的视图。校正的图像帧可以是形成视频序列的图像帧序列的一部分。视频序列可包括从图像传感器或其他图像传感器接收的其他图像帧和/或基于来自图像传感器或另一图像传感器的输入的其他校正的图像帧。在一些实施方案中,可在图像传感器内诸如在合并读出模块(binning module)中执行对一个或多个图像帧的处理。本文所公开的实施方案中所描述的

图像处理技术可以由图像传感器中、图像信号处理器 (ISP) 中、应用处理器 (AP) 中或者这些组件中的两个或全部的组合中的电路诸如合并读出模块来执行。

[0012] 在一个示例中,图像信号处理器可响应于软件(诸如相机应用)的加载而接收用于捕获图像帧序列的指令,以从图像捕获设备产生预览显示。图像信号处理器可被配置为基于从一个或多个图像传感器接收的图像帧产生单个输出帧流。单个输出帧流可包括来自图像传感器的原始图像数据、来自图像传感器的合并读出的图像数据,或由图像信号处理器内的一个或多个算法(诸如在合并读出模块中)处理的校正的图像帧。例如,从图像传感器获得的图像帧(其在输出到图像信号处理器之前可能已对数据执行了一些处理)可在图像信号处理器中通过图像后处理引擎(IPE)和/或用于执行色调映射、肖像照明、对比度增强、伽玛校正等中的一者或多者的其他图像处理电路处理图像帧来处理。

[0013] 在图像信号处理器使用图像校正(诸如本文的各种实施方案中所描述的合并读出)确定表示场景的输出帧之后,输出帧可作为单个静止图像和/或作为视频序列的一部分显示在设备显示器上,作为图片或视频序列保存到存储设备,通过网络传输,以及/或者打印到输出介质。例如,图像信号处理器可被配置为从不同图像传感器获得图像数据(例如,像素值)的输入帧,并且继而产生图像数据的对应输出帧(例如,预览显示帧、静止图像捕获、用于视频的帧、用于对象跟踪的帧等)。在其他示例中,图像信号处理器可将图像数据的帧输出到各种输出设备和/或相机模块以供进一步处理,诸如用于3A参数同步(例如,自动对焦(AF)、自动白平衡(AWB)和自动曝光控制(AEC))、经由输出帧产生视频文件、配置帧以供显示、配置帧以供存储、通过网络连接发送帧等。也就是说,图像信号处理器可从一个或多个图像传感器获得传入帧,该一个或多个图像传感器各自耦合到一个或多个相机镜头,并且继而可产生输出帧流并且将输出帧流输出到各种输出目的地。

[0014] 在一些方面,可通过将本公开的图像校正的各方面与其他计算摄影技术诸如高动态范围(HDR)摄影或多帧降噪(MFNR)组合来产生校正的图像帧。在HDR摄影的情况下,使用不同曝光时间、不同光圈、不同镜头和/或在组合两个图像帧时可导致融合图像的改进的动态范围的其他特性来捕获第一图像帧和第二图像帧。在一些方面,可针对MFNR摄影执行该方法,其中使用相同或不同的曝光时间捕获第一图像帧和第二图像帧,并且将第一图像帧和第二图像帧融合以生成校正的第一图像帧,该校正的第一图像帧与捕获的第一图像帧相比具有减少的噪声。

[0015] 在一些方面,设备可包括图像信号处理器或处理器(例如,应用处理器),该图像信号处理器或处理器包括用于相机控制和/或处理的特定功能性,诸如启用或禁用合并读出模块或以其他方式控制图像校正的各方面。本文中所描述的方法和技术可完全由图像信号处理器或处理器执行,或者各种操作可在图像信号处理器和处理器之间分流,并且在一些方面在附加处理器上分流。

[0016] 该装置可包括一个、两个或更多个图像传感器,诸如包括第一图像传感器。当存在多个图像传感器时,第一图像传感器可具有比第二图像传感器大的视场(FOV),或第一图像传感器可具有与第二图像传感器不同的灵敏度或不同的动态范围。在一个示例中,第一图像传感器可以是广角图像传感器,并且第二图像传感器可以是远程图像传感器。在另一示例中,第一传感器被配置为通过具有第一光轴的第一镜头获得图像,并且第二传感器被配置为通过具有不同于第一光轴的第二光轴的第二镜头获得图像。附加地或另选地,第一镜

头可具有第一放大率,并且第二镜头可具有不同于第一放大率的第二放大率。该配置可发生在移动设备上的镜头群集中,诸如其中多个图像传感器和相关联的镜头位于移动设备的前侧或后侧上的偏移位置。可包括具有更大、更小或相同视场的附加图像传感器。本文中所描述的图像校正技术可应用于从多传感器设备中的图像传感器中的任一者捕获的图像帧。

[0017] 在本公开的附加方面,公开了一种被配置用于图像处理和/或图像捕获的设备。该装置包括用于捕获图像帧的构件。该装置还包括用于捕获表示场景的数据的一个或多个构件,诸如图像传感器(包括电荷耦合器件(CCD)、拜耳滤波器传感器、红外(IR)检测器、紫外(UV)检测器、互补金属氧化物半导体(CMOS)传感器)、飞行时间检测器。该装置还可包括用于将光线聚集和/或聚焦到一个或多个图像传感器(包括简单镜头、复合镜头、球面镜头和非球面镜头)中的一个或多个构件。可控制这些组件以捕获输入到本文中所描述的图像处理技术的第一图像帧和/或第二图像帧。

[0018] 对于本领域普通技术人员来说,在结合附图回顾特定示例性方面的以下描述时,其他方面、特征和具体实施将变得显而易见。尽管各特征在以下可能是针对某些方面和附图来讨论的,但各个方面可包括本文所讨论的有利特征中的一者或多者。换言之,虽然一个或多个方面可能被讨论具有某些有利的特征,但是根据各个方面,也可使用这样的特征中的一个或多个特征。以类似方式,尽管示例性方面在下文可能是作为设备、系统或方法方面进行讨论的,但是示例性方面可在各种设备、系统和方法中实现。

[0019] 该方法可以作为计算机程序代码嵌入在计算机可读介质中,该计算机程序代码包括使处理器执行该方法的步骤的指令。在一些实施方案中,该处理器可以是移动设备的一部分,该移动设备包括:第一网络适配器,该第一网络适配器被配置为通过多个网络连接中的第一网络连接来发送数据,诸如作为记录数据或作为流数据的图像或视频;和处理器,该处理器耦合到第一网络适配器和存储器。处理器可使本文中所描述的校正的图像帧通过无线通信网络(诸如5G NR通信网络)发送。

[0020] 上文已经相当广泛地概述了根据本公开的示例的特征和技术优点,以便可以更好地理解下面的具体实施方式。下文将描述附加特征和优点。所公开的概念和特定示例可以容易被用作用于修改或设计用于实现本公开的相同目的其他结构的基础。此类等效的构造不背离所附权利要求书的保护范围。当结合附图考虑时,根据以下描述将更好地理解本文中所公开的概念的特性(其组织和操作方法两者)以及相关联的优点。提供每个附图是出于例示和描述的目的,而不是作为权利要求的限制的定义。

[0021] 虽然在本申请中通过一些示例的例示来描述各方面和具体实施,但是本领域技术人员将理解的是,在许多其他布置和情景中可能产生附加的具体实施和用例。本文所描述的创新可以跨越许多不同的平台类型、设备、系统、形状、大小、封装布置来实现。例如,各方面和/或用途可以经由集成芯片具体实施和其他基于非模块组件的设备(例如,终端用户设备、交通工具、通信设备、计算设备、工业装备、零售/购买设备、医疗设备、启用人工智能(AI)的设备等)来产生。虽然一些示例可具体涉及或可不具体涉及用例或应用,但是所述创新可出现广泛的适用性。具体实施的范围可从芯片级或模块组件至非模块、非芯片级具体实施,并进一步至结合所描述创新的一个或多个方面的聚合的、分布式或原始装备制造厂商(OEM)设备或系统。在一些实践环境中,结合所描述的各方面和特征的设备还可能不可避免地包括用于实现和实施所要求保护并描述的各方面的附加组件和特征。例如,无线信号的

发送和接收不可避免地包括用于模拟和数字目的的多个组件(例如,硬件组件,包括天线、射频(RF)链、功率放大器、调制器、缓冲器、处理器、交织器、加法器/求和器等)。本文所描述的创新旨在可以在具有不同大小、形状和构成的各种设备、芯片级组件、系统、分布式布置、终端用户设备等中实施。

附图说明

[0022] 对本公开的性质及优点的进一步理解可以通过参考如下附图来实现。在附图中,类似组件或特征可具有相同的附图标记。此外,可以通过在附图标记后面添加破折号和用于在类似组件之间加以区分的第二标记来区分相同类型的各种组件。如果说明书中仅使用第一参考标记,则描述适用于具有相同第一参考标记的类似组件中的任何一个组件,而不管第二参考标记如何。

[0023] 图1示出了根据本公开的一个或多个方面的用于从一个或多个图像传感器执行图像捕获的示例设备的框图。

[0024] 图2示出了根据本公开的一个或多个方面的用于应用虚化效果的示例处理配置的框图。

[0025] 图3示出了根据本公开的一个或多个方面的用于利用可变光圈(VA)相机系统来应用虚化效果的示例方法的流程图。

[0026] 图4示出了根据本公开的一个或多个方面的用于使用清晰度值来应用虚化效果的示例方法的流程图。

[0027] 图5示出了根据本公开的一个或多个方面的用于使用清晰度值来应用虚化效果的示例处理配置的框图。

[0028] 图6示出了根据本公开的一个或多个方面的用于通过使用机器学习的可变光圈(VA)相机系统应用虚化效果的示例方法的流程图。

[0029] 图7示出了根据本公开的一个或多个方面的用于使用机器学习来应用虚化效果的示例处理配置的框图。

[0030] 在不同的附图中的相同的参考标号和名称表示相同的元素。

具体实施方式

[0031] 下文结合附图阐述的“具体实施方式”旨在作为对各种配置的描述而不旨在限制本公开的范围。相反,“具体实施方式”包括用于提供对本发明主题的透彻理解的具体细节。对本领域技术人员来说将显而易见的是,这些具体细节并非在每种情形下都需要,并且在一些实例中,为了呈现的清楚起见,以框图形式示出了众所周知的结构和组件。

[0032] 本公开提供支持用于将效果应用于由相机系统(诸如可变光圈(VA)相机系统)捕获的图像数据的改进的图像处理的系统、装置、方法及计算机可读介质。改进的图像处理可使用在两个(或多个)不同光圈大小下捕获的图像数据来产生焦点图,该焦点图可与针对光圈大小的预先确定的关系组合以将虚化应用于由来自多个光圈大小的图像数据捕获的场景。

[0033] 可实现本公开中所描述的主题的特定具体实施,以实现以下潜在优点或益处中的一个或多个优点或益处。在一些方面,本公开提供了用于通过产生更自然的效果(诸如虚化

效果)来改善图像外观的技术,该技术提供了与通过光学系统获得的自然效果更相似的外观。这可允许具有较小可用光圈大小的相机系统复制可用于具有较大可用光圈大小的相机系统的摄影效果,该较大可用光圈大小通常较昂贵且携带较为不便。

[0034] 用于使用一个或多个图像传感器捕获图像帧的示例设备,诸如智能电话,可包括在设备的后侧(例如,与用户显示器相反的一侧)或前侧(例如,与用户显示器相同的一侧)上的两个、三个、四个或更多个相机的配置。具有多个图像传感器的设备包括一个或多个图像信号处理器(ISP)、计算机视觉处理器(CVP)(例如,AI引擎)或用于处理由图像传感器捕获的图像的其他合适电路。一个或多个图像信号处理器可以将处理后的图像帧提供给存储器和/或处理器(诸如应用处理器、图像前端(IFE)、图像处理引擎(IPE)或其他合适的处理电路)以用于进一步处理,诸如用于编码、存储、发送或其他操纵。

[0035] 如本文所用,图像传感器可指图像传感器自身和耦合到图像传感器的用于生成图像帧以供图像信号处理器或其他逻辑电路处理或存储在存储器(无论是短期缓冲器还是长期非易失性存储器)中的任何特定的其他组件。例如,图像传感器可包括相机的其他组件,包括快门、缓冲器或用于访问图像传感器的各个像素的其他读出电路。图像传感器还可指模拟前端或用于将模拟信号转换为图像帧的数字表示的其他电路,该数字表示被提供到耦合到图像传感器的数字电路。

[0036] 在下面的描述中,阐述了大量具体的细节(诸如具体组件、电路和过程的示例)以便提供对本公开的透彻理解。如本文中所使用的,术语“耦合”意指直接连接或者通过一个或多个中间组件或电路连接。另外,在下面的描述中以及出于解释的目的,阐述了特定的术语以便提供对本公开的透彻理解。然而,本领域的技术人员将明白的是:实施本文中公开的教导内容可以不需要这些具体的细节。在其他实例中,为了避免模糊本公开的教导内容,以框图形式示出了公知的电路和设备。

[0037] 以下详细描述某些部分是根据过程、逻辑块、处理和计算机存储器内数据位操作的其他符号表示来呈现的。在本公开中,程序、逻辑块、过程等被设想为导致期望的结果的步骤或指令的自洽序列。这些步骤是需要对物理量的物理操作的步骤。尽管不是必须的,但通常,这些量采取能够被存储、传输、组合、比较以及在计算机系统中以其他方式操作的电信号或磁信号的形式。

[0038] 在附图中,单个框可以被描述为执行一个或多个功能。由该框执行的一个或多个功能可以在单个组件中或跨多个组件执行,并且/或者可以使用硬件、软件或硬件和软件的组合来执行。为了清楚地例示硬件和软件的这种可互换性,下文在其功能性方面大致描述了各个例示性组件、块、模块、电路和步骤。将此类功能性实现为硬件还是软件取决于特定应用和对整个系统提出的设计约束。本领域技术人员可以针对每个特定应用以不同的方式实现所描述的功能性,但是此类具体实施决策不应被解释为导致脱离本公开的范围。而且,示例设备可以包括所示的那些组件之外的组件,包括诸如处理器、存储器等的公知组件。

[0039] 本公开的各方面适用于包括或耦合到能够捕获图像帧(或“帧”)的两个或更多个图像传感器的任何电子设备。此外,本公开的各方面可以在具有相同或不同能力和特性(诸如分辨率、快门速度、传感器类型等)的图像传感器或耦合到图像传感器的设备中实现。此外,本公开的各方面可在用于处理图像帧的设备中实现,无论该设备是否包括或耦合到图像传感器,诸如可检索存储的图像以供处理的处理设备,包括存在于云计算系统中的处理

设备。

[0040] 除非特别声明,否则从以下讨论中可以明显看出,应理解:贯穿本申请,使用诸如“访问”、“接收”、“传送”、“使用”、“选择”、“确定”、“归一化”、“相乘”、“平均”、“监测”、“比较”、“应用”、“更新”、“测量”、“推导”、“设置”,“生成”等等术语的讨论是指计算机系统或类似电子计算设备的动作和处理,其操纵并将计算机系统的寄存器和存储器内表示为物理(电子)量的数据转换成类似地表示成计算机系统的寄存器、存储器或其他这种信息存储、发送或显示设备内的物理量的其他数据。

[0041] 术语“设备”和“装置”不限于一个或特定数量的物理对象(诸如一部智能电话、一个相机控制器、一个处理系统等)。如本文所使用的,设备可以是具有可实现本公开的至少一些部分的一个或多个部分的任何电子设备。虽然下文的描述和示例使用术语“设备”来描述本公开的各个方面,但是术语“设备”不限于特定配置、类型或数量的对象。如本文所使用的,装置可以包括用于执行所描述的操作的设备或设备的一部分。

[0042] 图1示出了用于从一个或多个图像传感器执行图像捕获的示例设备100的框图。设备100可以包括或以其他方式耦合到用于处理来自一个或多个图像传感器(诸如第一图像传感器101、第二图像传感器102和深度传感器140)的图像帧的图像信号处理器112。在一些具体实施中,设备100还包括或耦合到处理器104和存储指令108的存储器106。设备100还可以包括或耦合到显示器114和输入/输出(I/O)组件116。I/O组件116可用于与用户交互,诸如触摸屏界面和/或物理按钮。I/O组件116还可包括用于与其他设备包括广域网(WAN)适配器152、局域网(LAN)适配器153和/或个人局域网(PAN)适配器154通信的网络接口。示例WAN适配器是4G LTE或5G NR无线网络适配器。示例LAN适配器153是IEEE 802.11WiFi无线网络适配器。示例PAN适配器154是蓝牙无线网络适配器。适配器152、153和/或154中的每一者可以耦合到天线,该天线包括被配置用于主集接收和分集接收和/或被配置用于接收特定频带的多个天线。设备100还可以包括或耦合到用于设备100的电源118,诸如电池或将设备100耦合到能量源的组件。设备100还可以包括或耦合到图1中未示出的附加特征或组件。在一个示例中,可以包括多个收发器和基带处理器的无线接口可以被耦合到WAN适配器152或包括在该WAN适配器中以用于无线通信设备。在另一示例中,用于将模拟图像帧数据转换为数字图像帧数据的模拟前端(AFE)可以耦合在图像传感器101和102与图像信号处理器112之间。

[0043] 设备可以包括或耦合到传感器集线器150,该传感器集线器用于与传感器界面接触接以接收关于设备100的移动的数据、关于设备100周围的环境的数据和/或其他非相机传感器数据。一个示例非相机传感器是陀螺仪,即被配置用于测量旋转、取向和/或角速度以生成运动数据的设备。另一示例非相机传感器是加速度计,即被配置用于测量加速度的设备,其还可用于通过适当地对测量的加速度进行积分来确定速度和行进的距离,并且加速度、速度和/或距离中的一者或多者可包括在生成的运动数据中。在一些方面,电子图像稳定系统(EIS)中的陀螺仪可耦合到传感器集线器或直接耦合到图像信号处理器112。在另一示例中,非相机传感器可以是全球定位系统(GPS)接收器。

[0044] 图像信号处理器112可接收诸如用于形成图像帧的图像数据。在一个实施方案中,本地总线连接将图像信号处理器112分别耦合到第一相机和第二相机的图像传感器101和102。在另一实施方案中,电线接口将图像信号处理器112耦合到外部图像传感器。在又一实

施方案中,无线接口将图像信号处理器112耦合到图像传感器101、102。

[0045] 第一相机可包括第一图像传感器101和对应的第一镜头131。第二相机可包括第二图像传感器102和对应的第二镜头132。镜头131和132中的每一者可以由在ISP 112中执行的相关联的自动对焦(AF)算法133控制,该自动对焦(AF)算法调整镜头131和132以聚焦在距离图像传感器101和102一定场景深度处的特定焦平面上。AF算法133可由深度传感器140辅助。

[0046] 第一图像传感器101和第二图像传感器102被配置为捕获一个或多个图像帧。镜头131和132分别通过用于接收光的一个或多个光圈、用于在曝光窗口外部时阻挡光的一个或多个快门、用于过滤特定频率范围之外的光的一个或多个滤色器阵列(CFA)、用于将模拟测量结果转换为数字信息的一个或多个模拟前端和/或用于成像的其他合适组件来将光聚焦在图像传感器101和102处。第一镜头131和第二镜头132可以具有不同的视场以捕获场景的不同表示。例如,第一镜头131可以是超宽(UW)镜头,并且第二镜头132可以是宽(W)镜头。多个图像传感器可以包括超宽(高视场(FOV))传感器、宽传感器、远程传感器和超远程(低FOV)传感器的组合。也就是说,可通过硬件配置和/或软件设置来配置每个图像传感器以获得不同但重叠的视场。在一种配置中,该图像传感器配置有具有不同放大率的不同镜头,这导致不同视场。传感器可以被配置为使得UW传感器具有比W传感器大的FOV,W传感器具有比T传感器大的FOV,T传感器具有比UT传感器大的FOV。例如,被配置用于宽FOV的传感器可以捕获在64度至84度范围内的视场,被配置用于超侧FOV的传感器可以捕获在100度至140度范围内的视场,被配置用于远程FOV的传感器可以捕获在10度至30度范围内的视场,并且被配置用于超远程FOV的传感器可以捕获在1度至8度范围内的视场。

[0047] 图像信号处理器112处理由图像传感器101和102捕获的图像帧。虽然图1例示了设备100包括耦合到图像信号处理器112的两个图像传感器101和102,但任何数量(例如,一个、两个、三个、四个、五个、六个等)的图像传感器可以耦合到图像信号处理器112。在一些方面,深度传感器诸如深度传感器140可耦合到图像信号处理器112,并且以与图像传感器101和102的方式类似的方式处理来自深度传感器的输出。此外,对于设备100可以存在任何数量的附加图像传感器或图像信号处理器。

[0048] 在一些实施方案中,图像信号处理器112可以执行来自存储器的指令,诸如来自存储器106的指令108、存储在耦合到或包括在图像信号处理器112中的单独存储器中的指令、或由处理器104提供的指令。另外或替代地,图像信号处理器112可以包括被配置为执行本公开中描述的一个或多个操作的特定硬件(诸如一个或多个集成电路(IC))。例如,图像信号处理器112可以包括一个或多个图像前端(IFE)135、一个或多个图像后处理引擎136(IPE)和/或一个或多个自动曝光补偿(AEC)134引擎。AF 133、AEC 134、AFE 135、APE 136可以各自包括专用电路,该专用电路被具体体现为由ISP 112执行的软件代码和/或ISP 112内的硬件和在ISP 112上执行的软件代码的组合。ISP 112可附加地执行用于执行白平衡操作的自动白平衡(AWB)引擎。AWB引擎可在例如图像前端(IFC)135或ISP 112或图像捕获设备100内诸如在数字信号处理器(DSP)上的其他专用或通用处理电路中执行。

[0049] 在一些具体实施中,存储器106可以包括存储计算机可执行指令108的非暂时性或非暂态计算机可读介质,以执行本公开中描述的一个或多个操作的全部或部分。在一些具体实施中,指令108包括要由设备100执行的用于生成图像或视频的相机应用(或其他合适

的应用)。指令108还可以包括由设备100执行的其他应用或程序,诸如操作系统和除用于图像或视频生成之外的特定应用。对相机应用的执行(诸如由处理器104执行)可以使得设备100使用图像传感器101和102以及图像信号处理器112生成图像。存储器106还可以由图像信号处理器112访问以存储处理后的帧,或者可以由处理器104访问以获得处理后的帧。在一些实施方案中,设备100不包括存储器106。例如,设备100可以是包括图像信号处理器112的电路,并且存储器可以在设备100的外部。设备100可以耦合到外部存储器,并且被配置为访问该存储器,以写入输出帧用于显示或长期存储。在一些实施方案中,设备100是片上系统(SoC),该片上系统(SoC)将图像信号处理器112、处理器104、传感器集线器150、存储器106和输入/输出组件116结合到单个封装中。

[0050] 在一些实施方案中,图像信号处理器112或处理器104中的至少一者执行指令以执行本文中所描述的各种操作,包括降噪操作。例如,指令的执行可指示图像信号处理器112开始或结束捕获图像帧或图像帧序列,其中该捕获包括如本文实施方案中所描述的降噪。在一些实施方案中,处理器104可以包括能够执行一个或多个软件程序的脚本或指令(诸如存储在存储器106内的指令108)的一个或多个通用处理器核心104A。例如,处理器104可以包括被配置为执行存储在存储器106中的相机应用(或用于生成图像或视频的其他合适应用)的一个或多个应用处理器。

[0051] 在执行相机应用时,处理器104可以被配置为命令图像信号处理器112参考图像传感器101或102执行一个或多个操作。例如,相机应用可以接收开始视频预览显示的命令,在接收到该命令时,从一个或多个图像传感器101或102捕获和处理包括图像帧序列的视频。图像校正(诸如利用级联IPE)可以应用于序列中的一个或多个图像帧。由处理器104在相机应用外部执行指令108也可以导致设备100执行任何数量的功能或操作。在一些实施方案中,除了执行软件以使设备100执行多个功能或操作(诸如本文中所描述的操作)的能力之外,处理器104还可以包括IC或其他硬件(例如,人工智能(AI)引擎124)。在一些其他实施方案中,设备100不包括处理器104,诸如当所有所描述的功能性配置于图像信号处理器112中时。

[0052] 在一些实施方案中,显示器114可以包括允许用户交互和/或向用户呈现项目(诸如由图像传感器101和102捕获的图像帧的预览)的一个或多个合适的显示器或屏幕。在一些实施方案中,显示器114是触敏显示器。I/O组件116可以是或包括任何合适的机构、接口或设备以从用户接收输入(诸如命令)并通过显示器114向用户提供输出。例如,I/O组件116可以包括(但不限于)图形用户界面(GUI)、键盘、鼠标、麦克风、扬声器、可挤压边框、一个或多个按钮(诸如电源按钮)、滑动块、开关等。

[0053] 虽然示出了经由处理器104彼此耦合,但组件(诸如处理器104、存储器106、图像信号处理器112、显示器114和I/O组件116)可以其他各种布置方式彼此耦合,诸如经由一个或多个本地总线,为简单起见未示出。虽然图像信号处理器112被例示为与处理器104分离,但是图像信号处理器112可以是处理器104的核心,该处理器是应用处理器单元(APU),包括在片上系统(SoC)中,或者以其他方式包括在处理器104中。虽然在本文的示例中参考设备100以执行本公开的各方面,但是一些设备组件可以不在图1中示出,以防止模糊本公开的各方面。另外,其他组件、组件数量或组件组合可以包括在用于执行本公开的各方面的合适设备中。因此,本公开不限于特定设备或组件的配置,包括设备100。

[0054] 图2示出了根据本公开的一个或多个方面的用于应用虚化效果的示例处理配置的框图。系统200的处理器104可以通过双向总线和/或单独的控制和数据线与图像信号处理器 (ISP) 112通信。处理器104可通过ISP 112的相机控制框212控制相机202以获得在第一光圈大小下的第一图像数据及在第二光圈大小下的第二图像数据。例如,当相机202为可变光圈 (VA) 相机系统时,处理器104可执行相机应用以命令相机202被配置成第一光圈大小、从相机202获得第一图像数据、命令相机202被配置成第二光圈大小并且从相机202获得第二图像数据。可以在第一光圈大小下和在第二光圈大小下捕获的场景中很少变化或没有变化的情况下,发生光圈的重新配置以及第一图像数据和第二图像数据的获得。示例光圈大小是 $f/2.0$ 、 $f/2.8$ 、 $f/3.2$ 、 $f/8.0$ 等。较大光圈值对应于较小光圈大小,且较小光圈值对应于较大光圈大小。即 $f/2.0$ 是比 $f/8.0$ 大的光圈大小。

[0055] 从相机202接收的图像数据可在ISP 112的一个或多个框214中处理且提供给处理器104。处理器104可进一步处理图像数据以基于在多个光圈大小下捕获的图像数据应用效果。在一些实施方案中,可使用在多个光圈大小下捕获的图像数据来应用虚化效果以提供更真实的虚化效果,该更真实的虚化效果更加类似于由具有期望的光圈大小的相机镜头获得的虚化效果。例如,在 $f/2.0$ 的第一光圈大小下捕获的第一图像数据和在 $f/2.4$ 的第二光圈大小下捕获的第二图像数据可以用于应用比利用来自单个光圈大小的图像数据能够获得的 $f/1.4$ 的模拟光圈大小的虚化效果。

[0056] 处理器104可以包括焦点图生成器222和虚化施用装置224。焦点图生成器222可以确定场景的部分的期望的聚焦量,其中该聚焦量被确定为匹配期望的光圈大小的虚化效果。焦点图可基于描述场景中的对象距相机202的距离的深度图。可以根据在两个或更多个光圈大小下获得的图像数据来确定深度图。焦点图生成器222将焦点图提供给虚化施用装置224,该虚化施用装置还接收在两个或更多个光圈大小下收集的图像数据。虚化施用装置224基于焦点图和在各种光圈大小下获得的图像数据来确定输出图像帧204。输出图像帧可以被存储在存储器106中,其可稍后记录到另一存储器(诸如,非易失性存储器)、经由网络适配器发送及/或输出到显示设备。尽管未示出,但系统200中可存在其他逻辑和存储器电路。例如,在处理器104和ISP 112之间或者在ISP 112和相机202之间可以存在缓冲器。作为另一示例,附加处理电路可存在于处理器104中以用于将附加效果(例如,照明、色彩投射、高动态范围 (HDR) 合并)应用于图像数据。在一些实施方案中,提供虚化施用装置224的功能性的处理电路可被重新配置以提供附加效果的功能性。在一些实施方案中,提供焦点图生成器222和/或虚化施用装置224的功能的处理电路可以嵌入在不同的组件中,诸如ISP 112、DSP、ASIC或其他定制逻辑电路。

[0057] 图2的系统200可被配置为执行参考图3所描述的操作以确定输出图像帧。图3示出了根据本公开的一个或多个方面的用于利用可变光圈 (VA) 相机系统来应用虚化效果的示例方法的流程图。方法300包括在框302处接收分别在第一光圈大小下及第二光圈大小下捕获的第一图像数据及第二图像数据。第一图像数据和第二图像数据可以表示诸如通过从相同或相似的视点在时间上接近地(诸如顺序地)捕获的相同的场景,使得场景中的对象在第一图像数据中和第二图像数据中处于相同或相似的位置。

[0058] 第一图像数据和第二图像数据可以由可变光圈 (VA) 相机系统捕获。在可变光圈 (VA) 相机系统中,框302可以包括配置具有第一光圈大小的相机202以获得第一图像数据并

且随后配置具有第二光圈大小的相机202以获得第二图像数据。在具有多个固定光圈大小的其他相机系统中,框302可以包括从各自具有不同光圈大小的多个相机捕获图像数据。从具有可变光圈(VA)能力的单个相机系统或用于调整到达图像传感器的光量的其他技术捕获图像数据可优于多个相机系统。例如,多个相机系统可以具有不同的视场、不同的对准以及不同的光和颜色灵敏度。这些差异可能需要在合并来自多个相机系统的图像数据之前进行补偿。当从单个相机系统获得图像数据时,可减少或避免这些对准和其他挑战。

[0059] 在框304处,确定深度图。深度图可以是一组值,诸如被布置成一个或多个阵列(例如,矩阵或表),其中每个值表示场景的一部分及该场景的该部分中的一个或多个像素。因此,以 $N \times M$ 个像素的图像帧组织的图像数据可具有 $K \times L$ 个值的对应深度图,其中 N 为 K 的整数倍且 M 为 L 的整数倍。该值指示记录图像数据的图像传感器与第一场景中的对象之间的距离。可从在框302处接收的第一图像数据和第二图像数据确定深度图,诸如参考图4、图5、图6或图7所描述。例如,深度图可以是指示场景的对应部分的模糊量的模糊图。如关于框304所描述的深度图可以包括深度的任何表示,而不管深度图中的值的单位是否为距离。

[0060] 在框306处,可基于深度图和模拟光圈大小来确定焦点图。模拟光圈大小可以是用于表示场景的期望的光圈大小,并且可由用户输入到在处理器104上执行的相机应用中。焦点图可使用关于处于模拟光圈大小的相机系统的反映各种深度处的图像的清晰度的预先确定的信息。深度图中的值可与预先确定的信息组合以确定指示针对图像传感器与场景中的对象之间的深度图中的对应距离在模拟光圈大小下的模糊量的焦点图值。

[0061] 在框308处,从焦点图和第一图像数据确定输出图像帧。例如,可以通过基于焦点图的对应部分以模糊强度将模糊算法应用于第一图像数据来确定输出图像帧。在一些实施方案中,输出图像帧也基于第二图像数据。例如,可以通过基于焦点图将第一图像数据与第二图像数据的对应数据进行共混来确定输出图像帧,其中在共混中被指派到第一图像数据和第二图像数据的权重基于焦点图。所得的输出图像帧包括基于焦点图而模糊的部分,以获得对应于模拟光圈大小的照片。模糊的部分可向照片提供反映由具有与框402的第一光圈大小或第二光圈大小中的任一者不同的光圈大小的镜头产生的虚化的外观。较大光圈大小可以大于获得第一图像数据和第二图像数据的相机系统可获得的光圈大小,从而允许获得类似于更昂贵、更大相机系统的图像特性,而不增加更高光圈相机系统的费用和大小。

[0062] 图3中描述的图像处理的一些实施方案基于如参考图4描述的基于图像的对比度计算。图4示出了根据本公开的一个或多个方面的用于使用清晰度值来应用虚化效果的示例方法的流程图。图5中示出了例示图4的图像数据处理的框图。图5示出了根据本公开的一个或多个方面的用于使用清晰度值来应用虚化效果的示例处理配置的框图。

[0063] 方法400包括在框402处接收在第一光圈大小下捕获的第一图像数据502及在第二光圈大小下捕获的第二图像数据504。如参考图3的框302所描述,可在捕获之后接收第一图像数据和第二图像数据。方法400的处理可以与第一图像数据和第二图像数据的捕获实时地执行以在显示器上生成例如预览图像。方法400的处理还可以或替代地在图像捕获设备上及/或由远程设备捕获第一图像数据和第二图像数据之后执行。

[0064] 在框404处,基于第一图像数据的第一清晰度及第二图像数据的第二清晰度确定模糊度图。模糊度图可以指示对象距相机的深度。第一清晰度可以是第一图像数据502确定的第一清晰度图512,并且第二清晰度可以是第二图像数据504确定的第二清晰度图

514。类似于上述深度图,以 $N \times M$ 个像素的图像帧组织的图像数据可具有 $K \times L$ 个值的对应清晰度图,其中 N 为 K 的整数倍且 M 为 L 的整数倍。清晰度图中的值可以指示记录图像数据的图像传感器与第一场景中的对象之间的距离,因为较靠近相机的焦点的场景的部分较清晰。清晰度可以测量图像细节的清晰性水平。在一些实施方案中,清晰度可以被确定为其拉普拉斯算子的函数,根据以下等式由周围像素中的局部平均亮度进行归一化:

$$[0065] \quad SH = \sum_{x,y} \frac{LP(x,y)}{\mu_{xy}}, LP(x,y) = \frac{\partial^2 L}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 L}{\partial y^2}$$

[0066] 其中 μ_{xy} 表示像素 (x,y) 周围的平均亮度。在一些实施方案中,可将模糊度图归一化为诸如0与100之间的值,其中较高值指示较低模糊度。在一些实施方案中,可根据以下等式从清晰度图值计算模糊度图值:

[0067] 模糊度 = $100 - \text{abs}(SH1 - SH2)$,

[0068] 其中 $SH1$ 是小光圈图像数据的清晰度值,并且 $SH2$ 是对应的大光圈图像数据的清晰度值。由于具有较大光圈大小的浅DOF,在较大光圈大小下获得的图像数据在期望的个体的部分中可以是清晰的,而相比之下,在较小光圈大小下获得的图像数据则有较大部分清晰度较高。模糊度分析器从第一清晰度图512和第二清晰度图514确定模糊度图516。

[0069] 在框406处,可基于模糊度图和模糊度查找表来确定焦点图。焦点图生成器224可接收模糊度图516及模糊度查找表(LUT) 518(或光圈大小与深度之间的其他预先确定的关系)。LUT 518可提供针对不同光圈大小将模糊度映射到深度的关系518A和518B。关系518A可基于其在较高深度处的较低模糊度而对应于比关系518B小的光圈大小。LUT 518可以包括一个或多个关系,该一个或多个关系可存储为表,但预先确定的关系另选地或除此之外存储为代表性等式。焦点图生成器224通过使用LUT 518中的对应于模拟光圈大小的关系将模糊度图映射到焦点图来确定焦点图520。在一些实施方案中,用于模拟光圈大小的关系可以不存在于LUT 518中,并且该关系可以替代地从LUT 518中存在的其他关系被内插或以其他方式估计。

[0070] 在框408处,第一图像数据502和第二图像数据504可由虚化施用装置222基于焦点图520来共混以确定输出图像帧。输出图像帧204可以是照片或具有对应于模拟光圈大小的背景(例如,虚化)模糊的视频序列。共混可基于较大的焦点图分数将较重的权重应用于背景部分的大光圈图像数据,并且共混可基于较小的焦点图分数将较重的权重应用于前景(或个体)部分的小光圈图像数据。尽管在两个光圈大小下的两个图像数据的处理被描述用于生成单独的输出图像帧,但是该处理可以类似地涉及在另外的光圈大小下的三个或多个图像数据。

[0071] 图3中描述的图像处理的一些实施方案基于如参考图6描述的基于机器学习的计算。图6示出了根据本公开的一个或多个方面的用于通过使用机器学习的可变光圈(VA)相机系统应用虚化效果的示例方法的流程图。图7中示出了例示图6的图像数据处理的框图。图7示出了根据本公开的一个或多个方面的用于使用机器学习来应用虚化效果的示例处理配置的框图。

[0072] 方法600包括在框602处接收在第一光圈大小下捕获的第一图像数据502及在第二光圈大小下捕获的第二图像数据504。如参考图3的框302所描述的,第一图像数据和第二图像数据可以在从相机系统的捕获期间作为流数据被接收。方法600的处理可以与第一图像

数据和第二图像数据的捕获实时地执行以在显示器上生成例如预览图像。方法600的处理还可以或替代地在图像捕获设备上及/或由远程设备捕获第一图像数据和第二图像数据之后执行。

[0073] 在框604处,基于第一图像数据502和第二图像数据504的预先训练的人工智能(AI)模型710中的机器学习分析来确定模糊核大小图。模糊核大小图可以指示对象距相机的深度。模糊核可以是表示应用于图像数据的一部分的模糊的值的小矩阵。可以使用在不同光圈大小下捕获的图像来训练AI模型以准备离线模型。该模型可应用于图像数据502和504以确定图像数据的不同部分的代表性模糊核大小。类似于上文所描述的深度图,以 $N \times M$ 个像素的图像帧组织的图像数据可具有 $K \times L$ 个值的对应模糊核大小图,其中 N 为 K 的整数倍且 M 为 L 的整数倍。模糊核大小图中的值可以指示记录图像数据的图像传感器与第一场景中的对象之间的距离,因为较靠近相机的焦点的场景的部分具有较小模糊核大小。在一些实施方案中,AI模型710是Resnet-34模型。

[0074] 在框606处,可基于模糊核大小图和模糊核大小查找表来确定焦点图。焦点图生成器224可接收模糊核大小图716及模糊核大小查找表(LUT)718(或光圈大小与深度之间的其他预先确定的关系)。LUT 718可以提供针对不同光圈大小将模糊核大小映射到深度的关系718A和718B。关系718A可基于其在较高深度处的较小模糊核大小而对应于关系718B的较小光圈大小。LUT 718可以包括一个或多个关系,该关系可存储为表,但预先确定的关系可替代地或另外存储为代表性等式。焦点图生成器224使用与模拟光圈大小对应的LUT 718的关系,将模糊核大小图716映射到焦点图520,从而决定焦点图520。在一些实施方案中,用于模拟光圈大小的关系可以不存在于LUT 718中,并且该关系可以替代地从LUT 718中存在的其他关系被内插或以其他方式估计。例如,预先确定的数据可用于 $f/2.0$ 和 $f/2.4$ 的光圈大小,并且当用户选择 $f/1.4$ 的模拟光圈大小时, $f/2.0$ 和 $f/2.4$ 的预先确定的数据可被插值以获得 $f/1.4$ 的关系。

[0075] 在框608处,第一图像数据502和第二图像数据504可由虚化施用装置222基于焦点图520来共混以确定输出图像帧。输出图像帧204可以是照片或具有对应于模拟光圈大小的背景(例如,虚化)模糊的视频序列。共混可基于较大的焦点图分数将较重的权重应用于背景部分的大光圈图像数据,并且共混可基于较小的焦点图分数将较重的权重应用于前景(或个体)部分的小光圈图像数据。尽管在两个光圈大小下的两个图像数据的处理被描述用于生成单独的输出图像帧,但是该处理可以类似地涉及在另外的光圈大小下的三个或多个图像数据。

[0076] 使用焦点图520和预先确定的关系(诸如查找表518和718)根据上述实施方案应用的虚化效果提供看起来更自然的虚化。部分地基于预先确定的关系,该虚化看起来更接近于由具有大光圈的光学镜头自然产生的模糊。常规的虚化效果可假定模糊与距相机的焦点的深度之间的线性关系。然而,光学镜头通常具有非线性特性,如关系518A、518B、718A和718B所示。因此,预先确定的数据提供更真实的自然虚化效果。此外,在两个不同光圈大小下捕获的图像数据所生成的焦点图提供了场景中的对象的深度的更准确的表示,从而允许虚化效果的更真实的应用。

[0077] 在一个或多个方面,用于支持图像处理的技术可包括附加方面,诸如在下文或者结合本文在别处描述的一个或多个其他过程或设备描述的任何单个方面或各方面的任何

组合。在第一方面,支持图像处理可以包括被配置为执行包括以下各项的操作的装置:接收在第一光圈大小下捕获的第一图像数据及在第二光圈大小下捕获的第二图像数据,该第一图像数据和该第二图像数据中的每一者表示第一场景;基于该第一图像数据和该第二图像数据确定对应于该第一场景的深度图,该深度图包括指示记录该第一图像数据的图像传感器与该第一场景中的对象之间的距离的第一值;基于该深度图和不同于该第一光圈大小和该第二光圈大小的模拟光圈大小来确定焦点图,该焦点图包括指示针对记录该第一图像数据的该图像传感器与该第一场景中的该对象之间的对应距离在该模拟光圈大小下的模糊量的第二值;以及基于该焦点图、该第一图像数据和该第二图像数据来确定输出图像帧。附加地,该装置可根据如下文所描述的一个或多个方面来执行或操作。在一些具体实施中,该装置包括无线设备,诸如UE或BS。在一些具体实施中,该装置可包括至少一个处理器和耦合到该处理器的存储器。该处理器可被配置为执行本文中关于该装置描述的操作。在一些其他具体实施中,该装置可包括非暂态计算机可读介质,该非暂态计算机可读介质具有其上记录的程序代码,并且该程序代码可以能够由计算机执行以使计算机执行本文中参考该装置描述的操作。在一些具体实施中,该装置可包括被配置为执行本文中所描述的操作的一个或多个构件。在一些具体实施中,无线通信方法可包括本文中参考该装置描述的一个或多个操作。

[0078] 在第二方面,结合第一方面,确定该深度图包括基于该第一图像数据和该第二图像数据确定对应于该第一场景的模糊图。

[0079] 在第三方面,结合第一方面或第二方面中的一个或多个方面,确定该模糊图包括确定该第一图像数据的第一清晰度值以及确定该第二图像数据的第二清晰度值,其中该模糊图包括基于该第一清晰度值和该第二清晰度值的模糊值。

[0080] 在第四方面,结合第一方面至第三方面中的一个或多个方面,确定模糊图包括基于监督式机器学习来确定对应于记录该第一图像数据的该图像传感器与该第一场景中的该对象之间的该距离的模糊核大小值。

[0081] 在第五方面,结合第一方面至第四方面中的一个或多个方面,确定该焦点图包括基于该深度图和深度与模糊之间的预先确定的关系来确定该第二值。

[0082] 在第六方面,结合第一方面至第五方面中的一个或多个方面,该图像传感器被配置为可变光圈(VA)相机系统。

[0083] 在第七方面,结合第一方面至第六方面中的一个或多个方面,该图像传感器捕获该第一图像数据和该第二图像数据。

[0084] 在第八方面,结合第一方面至第七方面中的一个或多个方面,确定该深度图包括确定模糊度图,确定该模糊度图包括确定该第一图像数据的第一清晰度值以及确定该第二图像数据的第二清晰度值,其中该模糊图包括基于该第一清晰度值及该第二清晰度值的模糊值。

[0085] 在第九方面,结合第一方面至第八方面中的一个或多个方面,确定该焦点图包括基于该模糊度图和光圈大小与深度之间的预先确定的关系来确定该焦点图。

[0086] 在第十方面,结合第一方面至第九方面中的一个或多个方面,确定该输出图像帧包括基于该焦点图将该第一图像数据与该第二图像数据的对应数据共混。

[0087] 在第十一方面,结合第一方面至第十方面中的一个或多个方面,确定该输出图像

帧包括确定包括基于该焦点图而模糊的部分的该输出图像帧,以获得对应于该模拟光圈大小的照片。

[0088] 在第十二方面,结合第一方面至第十一方面中的一个或多个方面,确定该深度图包括基于监督式机器学习来确定模糊核大小值。

[0089] 在第十三方面,结合第一方面至第十二方面中的一个或多个方面,确定该焦点图包括基于该模糊核大小值和模糊核大小与深度之间的预先确定的关系来确定该焦点图。

[0090] 在第十四方面,结合第一方面至第十三方面中的一个或多个方面,确定该输出图像帧包括基于该焦点图将该第一图像数据与该第二图像数据的对应数据共混。

[0091] 在第十五方面,结合第一方面至第十四方面中的一个或多个方面,确定该输出图像帧包括确定包括基于焦点图而模糊的部分的输出图像帧,以获得对应于模拟光圈大小的照片。

[0092] 在第十六方面,结合第一方面至第十五方面中的一个或多个方面,该操作由图像捕获设备执行,该图像捕获设备包括可变光圈(VA)相机系统,该可变光圈(VA)相机系统被配置为在该第一光圈大小下捕获该第一图像数据且在该第二光圈大小下捕获下第二图像数据。

[0093] 本领域技术人员应当理解的是:可以使用多种不同的技术和技艺中的任意一种来表示信息和信号。例如,在整个上文描述中可能提及的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和芯片可以通过电压、电流、电磁波、磁场或磁性粒子、光场或光学粒子或者它们的任何组合来表示。

[0094] 本文相对于图1至图5所描述的组件、功能框和模块包括处理器、电子设备、硬件设备、电子组件、逻辑电路、存储器、软件代码、固件代码以及其他示例或它们的任何组合。软件应当被广泛地解释成意为指令、指令集、代码、代码段、程序代码、程序、子程序、软件模块、应用、软件应用、软件包、例程、子例程、对象、可执行文件、执行的线程、过程和/或函数等,无论其被称为软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言还是其他术语皆是如此。另外,本文讨论的特征可以经由专用处理器电路系统、经由可执行指令或它们的组合来实现。

[0095] 技术人员将进一步理解,结合本文的公开所描述的各种例示性逻辑框、模块、电路和算法步骤可以被实现为电子硬件、计算机软件或两者的组合。为了清楚地例示硬件和软件的这种可互换性,已经在其功能性方面大致描述了各种例示性组件、框、模块、电路和步骤。将此类功能性实现为硬件还是软件取决于特定应用和对整个系统提出的设计约束。本领域技术人员可以针对每个特定应用以不同的方式实现所描述的功能性,但是此类具体实施决策不应被解释为导致脱离本公开的范围。技术人员还将会容易地认识到本文所描述的组件、方法或交互的次序或组合仅仅是示例,并且本公开的各个方面的组件、方法或交互可以以本文所例示和所描述的方式以外的方式来组合或执行。

[0096] 结合本文中所公开的具体实施来描述的各种例示性逻辑组件、逻辑框、模块、电路和算法过程可以被实现为电子硬件、计算机软件或这两者的组合。硬件和软件的可互换性已在功能性方面大致进行了描述,并且在上述各种例示性组件、框、模块、电路和过程中进行了例示。此类功能性是以硬件还是软件来实现取决于特定应用和对整个系统提出的设计约束。

[0097] 可以利用被设计为执行本文中所描述的功能的通用单芯片或者多芯片处理器、数

字信号处理器 (DSP)、专用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA) 或其他可编程逻辑设备、分立门或者晶体管逻辑组件、分立硬件组件或者它们的任何组合,来实现或执行用于实现结合本文中所公开的各方面描述的各种例示性逻辑组件、逻辑框、模块和电路的硬件和数据处理装置。通用处理器可以是微处理器,或者,任何常规的处理器的控制器、微控制器或者状态机。在一些具体实施中,处理器可以被实现为计算设备的组合,诸如,DSP和微处理器的组合、多个微处理器、一个或多个微处理器与DSP核心相结合或者任何其他此类配置。在一些具体实施中,可以由特定于给定功能的电路来执行特定过程和方法。

[0098] 在一个或多个方面,所描述的功能可以在硬件、数字电子电路、计算机软件、固件、包括本说明书中公开的结构和其结构等效物或在它们的任何组合中来实现。本说明书中所描述的主题的具体实施也可以被实现为一个或多个计算机程序,即编码在计算机存储介质上以供数据处理装置执行或用于控制数据处理装置的操作的计算机程序指令的一个或多个模块。

[0099] 如果以软件实现,则功能可以作为一个或多个指令或代码存储在计算机可读介质上或者通过计算机可读介质发送。本文中所公开的方法或算法的过程可以在可以驻留在计算机可读介质上的处理器可执行软件模块中实现。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质两者,该通信介质包括可被实现成将计算机程序从一地转移到另一地的任何介质。存储介质可以是计算机能够访问的任何可用介质。作为示例而非限制,此类计算机可读介质可以包括随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)、CD-ROM或其他光盘存储设备、磁盘存储设备或其他磁性存储设备,或可用于以指令或数据结构的形式存储期望的程序代码并且计算机能够访问的任何其他介质。此外,任何连接可被适当地称为计算机可读介质。如本文中所用的磁盘和光盘包括压缩光盘 (CD)、激光盘、光盘、数字通用光盘 (DVD)、软盘和蓝光盘,其中磁盘通常磁性地再现数据,而光盘用激光光学地再现数据。上述的组合应也被包括在计算机可读介质的范围内。附加地,方法或算法的操作可以作为一个代码和指令集或者代码和指令集的任何组合,位于机器可读介质和计算机可读介质上,机器可读介质和计算机可读介质可以结合到计算机程序产品中。

[0100] 对本公开中描述的具体实施的各种修改对于本领域技术人员来说是显而易见的,并且本文定义的一般原理可以应用于一些其他具体实施而不脱离本公开的实质或范围。因此,权利要求不旨在受限于本文示出的具体实施,而是要符合与本公开、本文所公开的原理和新颖性特征相一致的最广范围。

[0101] 另外,本领域普通技术人员将容易认识到的是,术语“上”和“下”有时用于方便地描述附图,并且指示在正确取向的页面上与附图的取向相对应的相对位置,并且可能不反映所实现的任何设备的正确取向。

[0102] 本说明书中在单独具体实施的上下文中描述的某些特征也可组合地实现在单个具体实施中。相反,在单个具体实施的上下文中描述的各种特征也可单独地或以任何合适的子组合实现在多个具体实施中。此外,虽然特征在上文可能被描述为以某些组合的方式起作用且甚至最初是如此要求保护的,但来自所要求保护的组合的一个或多个特征在一些情形中可从该组合中去掉,且所要求保护的组合可以针对子组合或子组合的变型。

[0103] 类似地,虽然在图中以特定的次序描绘了操作,但是这并不应当被理解为要求此类操作以所示出的特定次序或者以顺序次序来执行,或者执行所有所例示的操作来实现期

望的结果。进一步地,附图可能以流程图的形式示意性地描绘了一个或多个示例过程。然而,未描绘的其他操作可结合在示意性地例示的示例进程中。例如,可在任何所例示的操作之前、之后、同时或之间执行一个或多个附加操作。在某些情况下,多任务处理和并行处理是有利的。此外,上文所描述的具体实施中的各种系统组件的分开不应当被理解为在所有具体实施中都要求此类分开,并且应当理解,所描述的程序组件和系统一般可以一起集成在单个软件产品中或封装成多个软件产品。附加地,一些其他具体实施也落在所附权利要求书的范围内。在一些情形中,权利要求中叙述的动作可按不同次序来执行并且仍达成期望的结果。

[0104] 如本文(包括权利要求中)所用,在两个或更多个条目的列表中使用的术语“或”意指所列出的条目中的任一者可单独被采用,或者两个或更多个所列出的条目的任何组合可被采用。例如,如果组合物被描述为包含组件A、B或C,则该组合物可以包含单独的A;单独的B;单独的C;A和B组合;A和C组合;B和C组合;或者A、B和C组合。此外,如本文(包括权利要求中)所用,如在以“至少一个”开头的条目列表中使用的“或”指示分离列表,例如,“A、B或C中的至少一者”的列表是指A或B或C或AB或AC或BC或ABC(即,A和B和C)或者这些中的任何条目的任何组合。术语“基本上”被定义为在很大程度上但不必完全是所指定的(并且包括所指定的;例如,基本上90度包括90度,并且基本上平行包括平行),如本领域的普通技术人员所理解的。在任何公开的具体实施中,术语“基本上”可以用在所指定内容的“[百分比]内”代替,其中,百分比包括.1%、1%、5%或10%。

[0105] 提供本公开的先前描述以使本领域的任何技术人员能够制作或使用本公开。对本公开的各种修改对于本领域技术人员来说将是显而易见的,并且本文定义的一般原理可以应用于其他变型而不脱离本公开的精神或范围。因此,本公开并非旨在受限于本文所描述的示例和设计,而是符合与本文中所公开的原理和新颖特征相一致的最广范围。

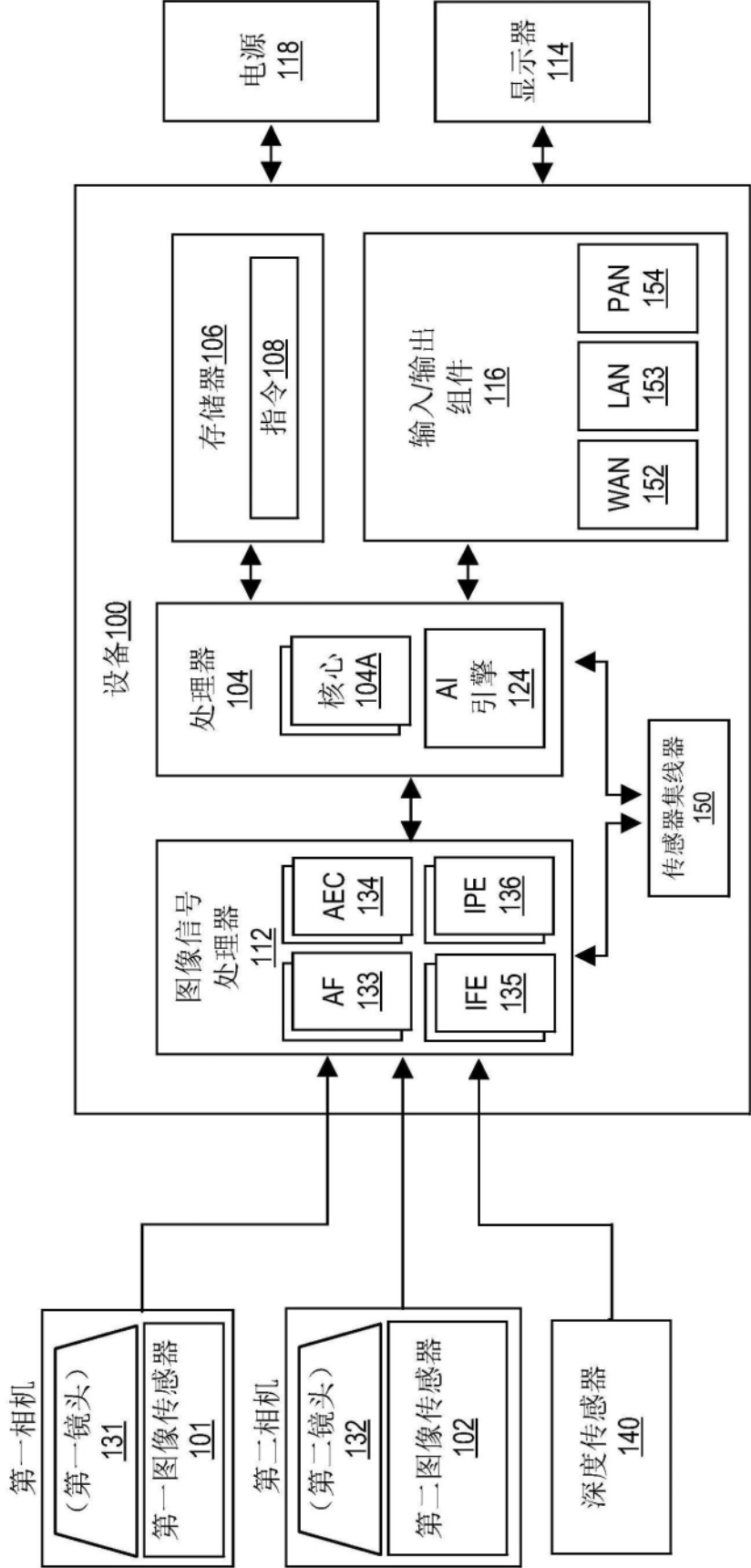


图1

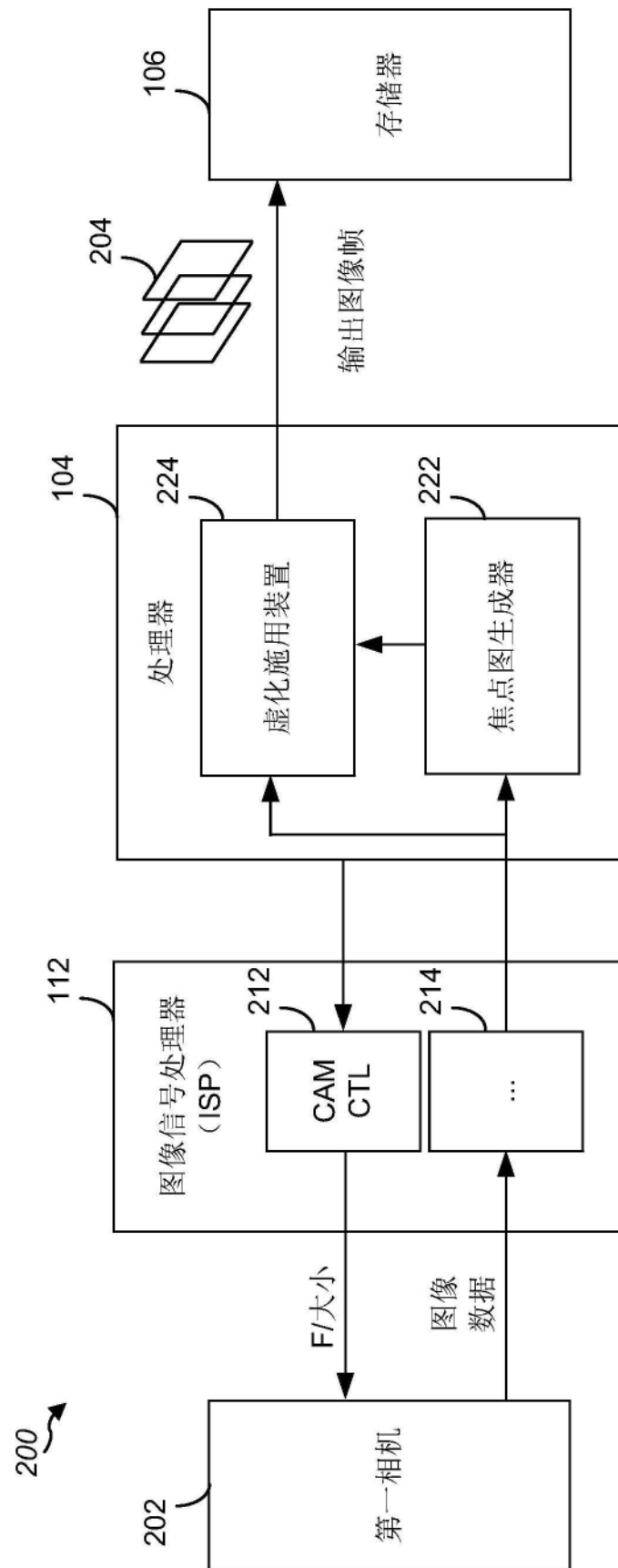


图2

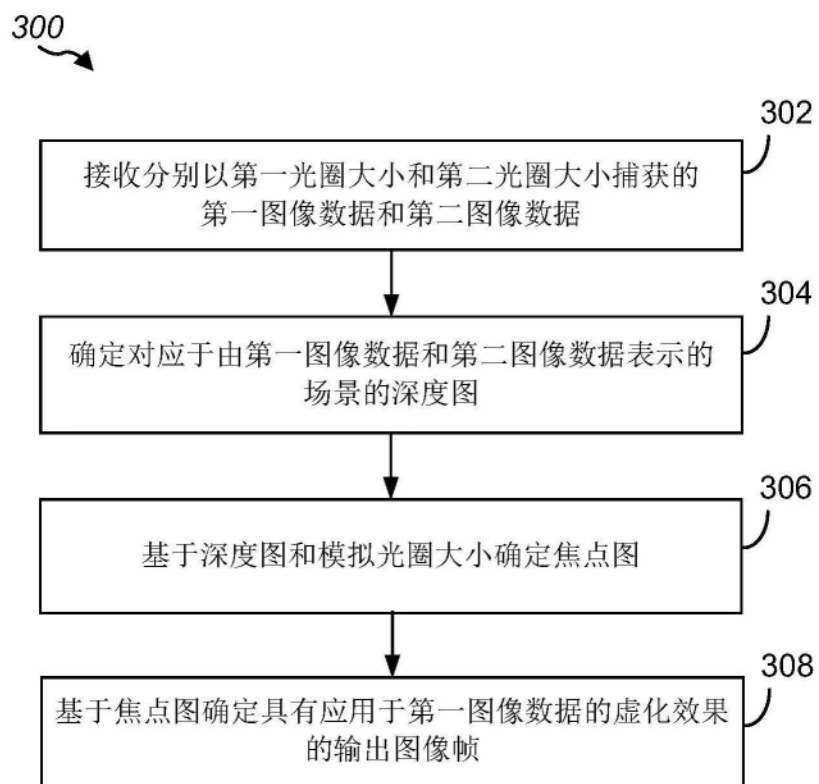


图3

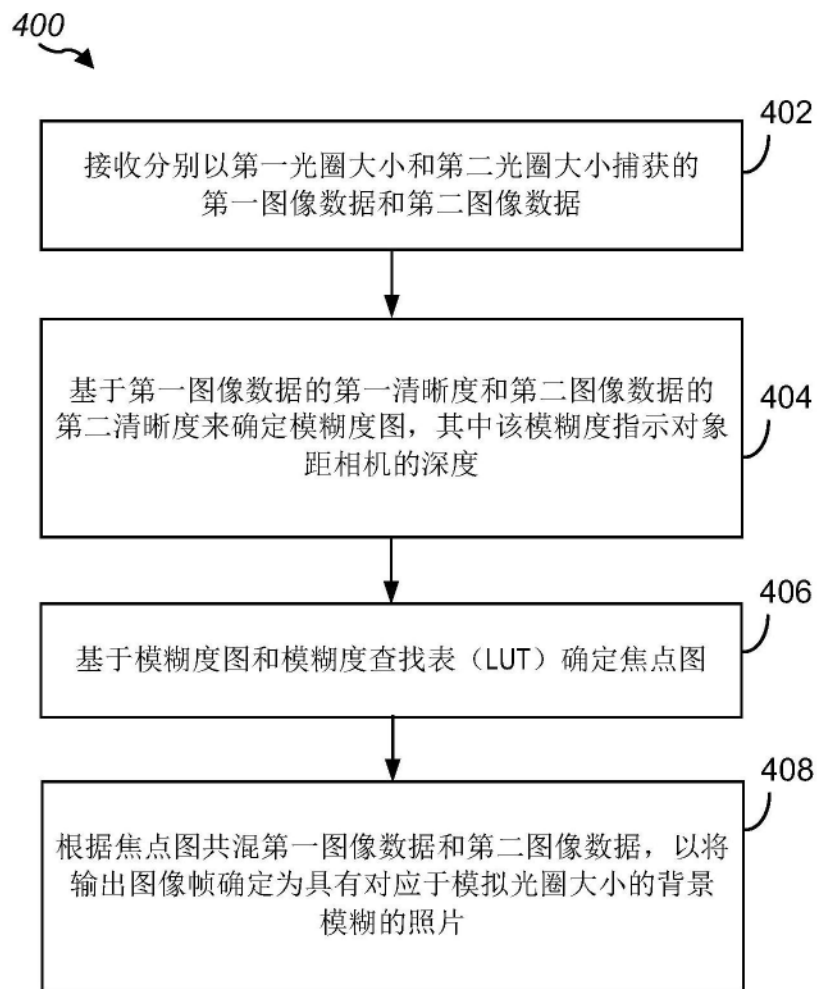


图4

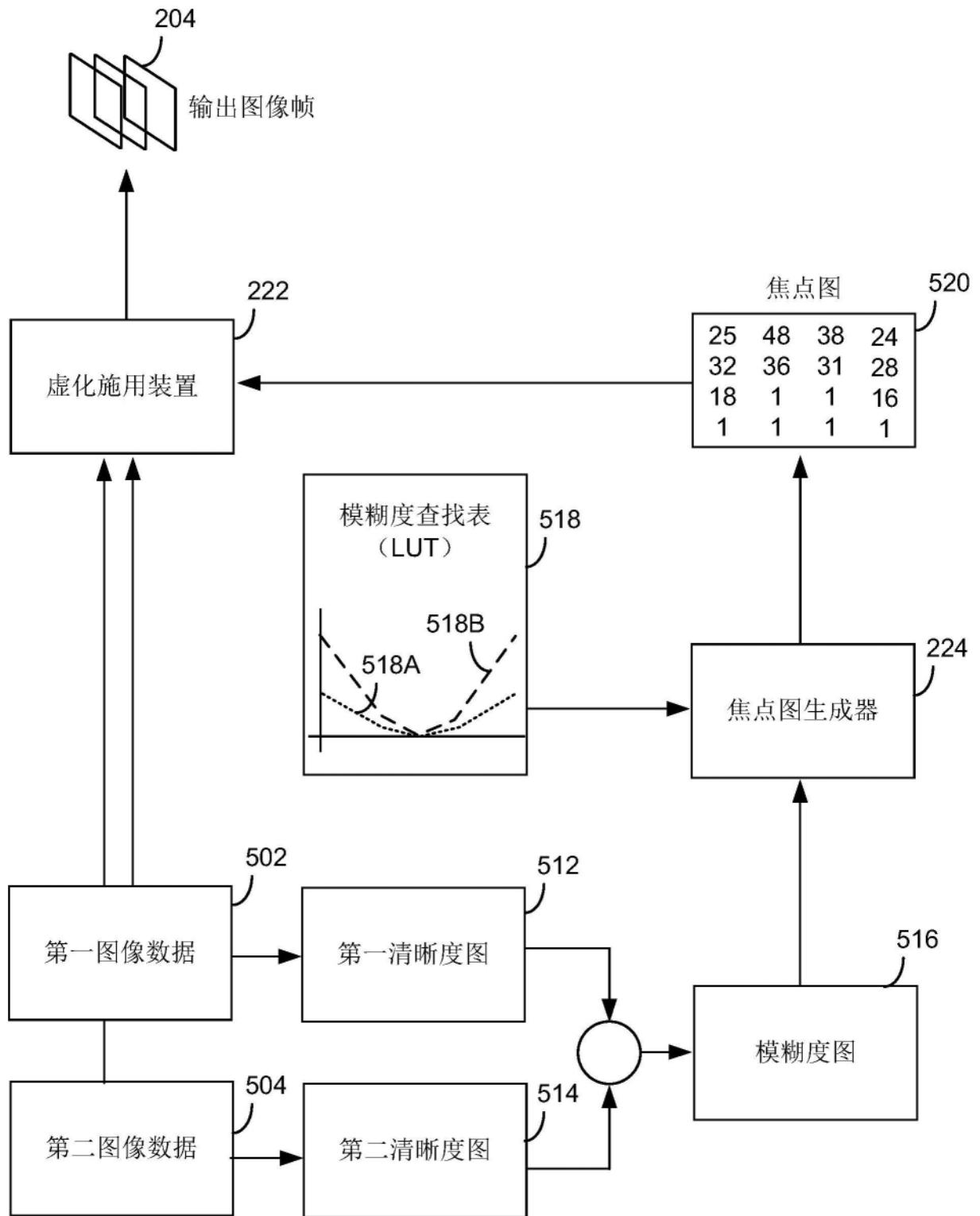


图5

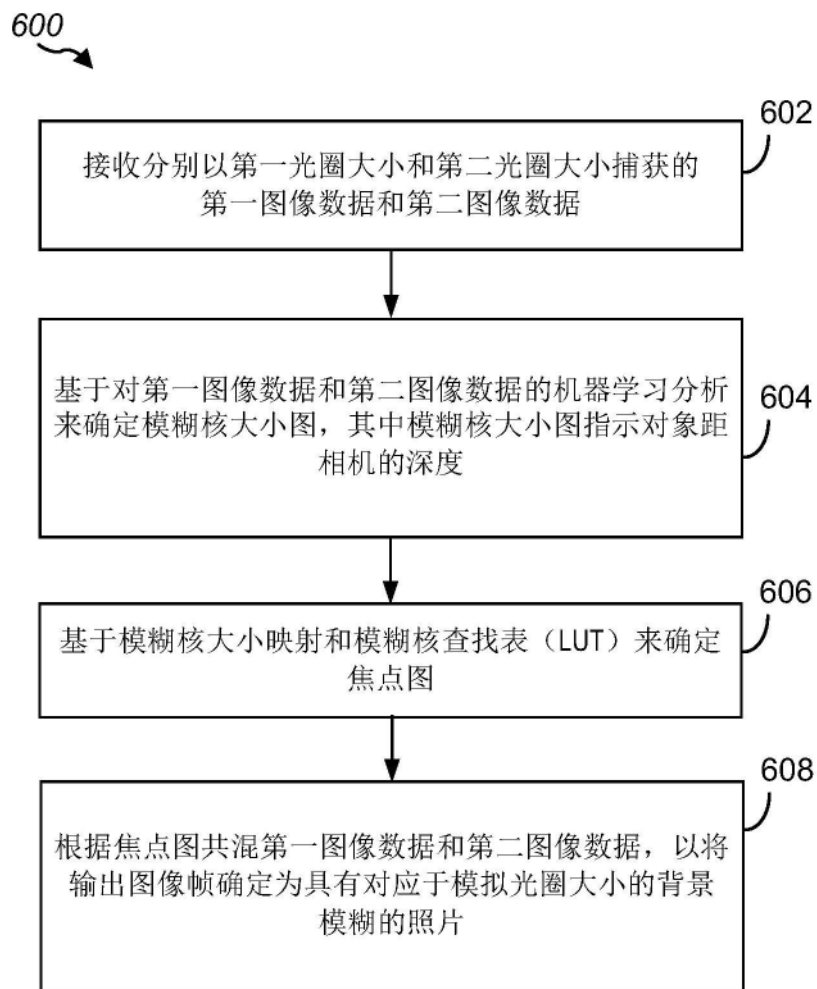


图6

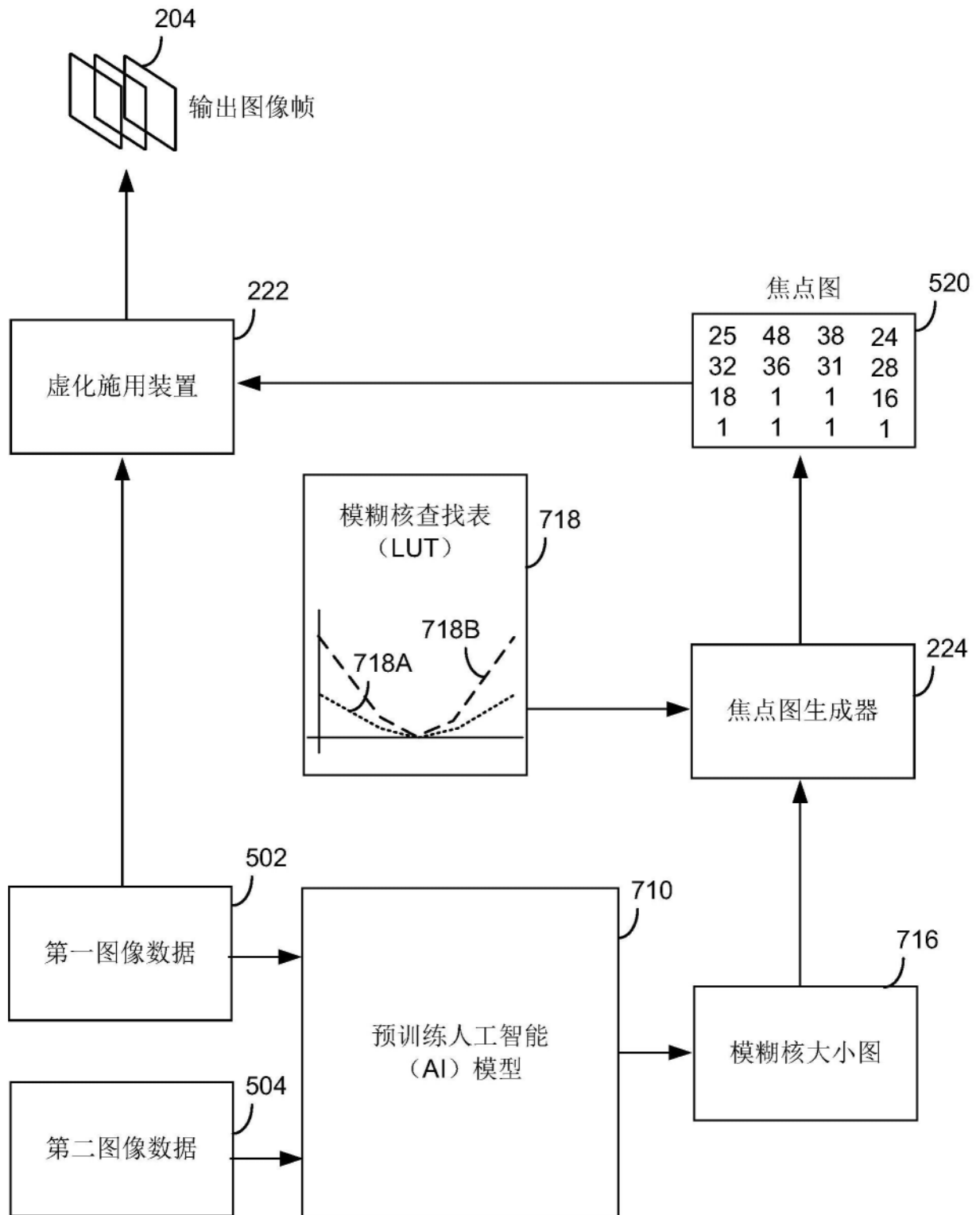


图7