



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107278315 B

(45) 授权公告日 2020.12.01

(21) 申请号 201680012075.9

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 张扬 王英

(22) 申请日 2016.01.28

(51) Int.CI.

G06T 7/20 (2017.01)

G06T 5/00 (2006.01)

G06T 13/80 (2011.01)

G06T 19/00 (2011.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107278315 A

(43) 申请公布日 2017.10.20

(30) 优先权数据

14/633,737 2015.02.27 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2017.08.25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/015462 2016.01.28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02016/137653 EN 2016.09.01

(73) 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 E·门德斯门德斯 K·金 朴荣敏

(56) 对比文件

CN 103491897 A, 2014.01.01

CN 102595171 A, 2012.07.18

CN 103745455 A, 2014.04.23

US 2014270348 A1, 2014.09.18

US 2011001883 A1, 2011.01.06

KUMAR ET AL.Global motion estimation  
in frequency and spatial domain.

《PROCEEDING OF ICASSP》.2004,

审查员 阳升

权利要求书6页 说明书9页 附图7页

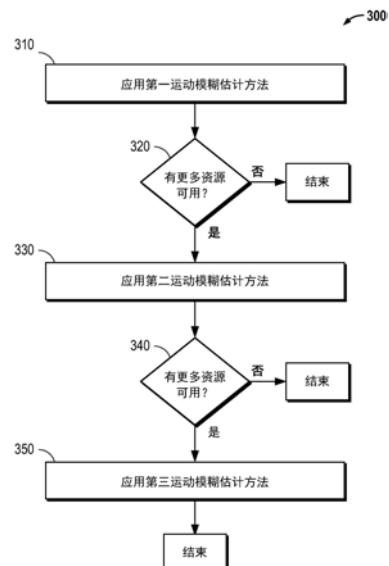
(54) 发明名称

运动模糊的快速自适应估计以用于相干渲

染

(57) 摘要

公开了用于自适应地执行一个或多个运动模糊估计方法来估计与由增强现实应用产生的增强现实环境中的图像目标帧相关联的运动模糊的方法和装置。在一个实施例中,实现的功能包括:应用第一运动模糊估计方法来估计运动模糊;确定计算资源是否可用于第二运动模糊估计方法;响应于确定计算资源可用于第二运动模糊估计方法,应用第二运动模糊估计方法来估计运动模糊。



1. 一种用于自适应地应用一个或多个运动模糊估计方法来估计与图像目标帧相关联的运动模糊的方法,包括:

应用第一运动模糊估计方法来估计所述运动模糊;

在应用所述第一运动模糊估计方法之后,确定计算资源是否可用于第二运动模糊估计方法,其中,与所述第一运动模糊估计方法相比,所述第二运动模糊估计方法是更加运算密集的,并且与所述第一运动模糊估计方法相比,所述第二运动模糊估计方法提供更准确的模糊估计;以及

响应于确定计算资源可用于所述第二运动模糊估计方法,应用所述第二运动模糊估计方法来估计所述运动模糊。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一运动模糊估计方法包括:

通过测量所考虑的图像目标帧的姿态并将所考虑的所述图像目标帧的所述姿态投影到屏幕空间,确定第一投影的姿态;

通过测量直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态并将直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的所述姿态投影到屏幕空间,确定第二投影的姿态;以及

通过从所述第一投影的姿态中减去所述第二投影的姿态,估计所考虑的所述图像目标帧的运动模糊矢量。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第二运动模糊估计方法包括:

通过将多个模糊矢量应用于未模糊的图像目标,根据所述未模糊的图像目标来生成多个可能的运动模糊的图像目标;

将所考虑的图像目标帧与所述多个可能的运动模糊的图像目标进行比较,以找到最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的单个可能的运动模糊的图像目标;以及

将所考虑的所述图像目标帧的运动模糊矢量估计成与最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的所述单个可能的运动模糊的图像目标相关联的模糊矢量。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,将所考虑的所述图像目标帧与所述多个可能的运动模糊的图像目标进行比较包括:计算多个归一化互相关(NCC)值。

5. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

确定计算资源是否可用于第三运动模糊估计方法;以及

响应于确定计算资源可用于所述第三运动模糊估计方法,应用所述第三运动模糊估计方法来估计所述运动模糊。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述第三运动模糊估计方法包括:

确定要搜索的多个模糊量;

针对要搜索的每个模糊量,确定一个或多个运动模糊步骤的数量;

在所考虑的图像目标帧的姿态和直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态之间,插入一个或多个中间姿态,其中,中间姿态的数量与运动模糊步骤的数量相对应;

构造多个未模糊的假设的图像目标帧,其中,针对每个中间姿态、以及所考虑的所述图像目标帧的姿态和直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态,构造一个假设的图像目标帧;

针对每个中间姿态和直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态，构造多个模糊的模板，其中，每个模糊的模板与临界姿态相对应，其中所述临界姿态是针对其构造所述模糊的模板的姿态；

将所考虑的所述图像目标帧与所有所述模糊的模板进行比较，以找到最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的单个模糊的模板；以及

将所考虑的所述图像目标帧的运动模糊估计成所述模糊量和找到的最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的所述单个模糊的模板的临界姿态的组合。

7. 根据权利要求6所述的方法，其中，将所考虑的所述图像目标帧与所有所述模糊的模板进行比较包括：计算多个归一化互相关(NCC)值。

8. 根据权利要求1所述的方法，其中，在应用所述第二运动模糊估计方法时，使用所述第一运动模糊估计方法的结果。

9. 一种用于自适应地应用一个或多个运动模糊估计方法来估计与图像目标帧相关联的运动模糊的装置，包括：

存储器；以及

处理器，其被配置为：

应用第一运动模糊估计方法来估计所述运动模糊，

在应用所述第一运动模糊估计方法之后，确定计算资源是否可用于第二运动模糊估计方法，其中，与所述第一运动模糊估计方法相比，所述第二运动模糊估计方法是更加运算密集的，并且与所述第一运动模糊估计方法相比，所述第二运动模糊估计方法提供更准确的模糊估计，以及

响应于确定计算资源可用于所述第二运动模糊估计方法，应用所述第二运动模糊估计方法来估计所述运动模糊。

10. 根据权利要求9所述的装置，其中，被配置为应用所述第一运动模糊估计方法的所述处理器被配置为：

通过测量所考虑的图像目标帧的姿态并将所考虑的所述图像目标帧的所述姿态投影到屏幕空间，确定第一投影的姿态，

通过测量直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态并将直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的所述姿态投影到屏幕空间，确定第二投影的姿态，以及

通过从所述第一投影的姿态中减去所述第二投影的姿态，估计所考虑的所述图像目标帧的运动模糊矢量。

11. 根据权利要求9所述的装置，其中，被配置为应用所述第二运动模糊估计方法的所述处理器被配置为：

通过将多个模糊矢量应用于未模糊的图像目标，根据所述未模糊的图像目标来生成多个可能的运动模糊的图像目标，

将所考虑的图像目标帧与所述多个可能的运动模糊的图像目标进行比较，以找到最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的单个可能的运动模糊的图像目标，以及

将所考虑的所述图像目标帧的运动模糊矢量估计成与最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的所述单个可能的运动模糊的图像目标相关联的模糊矢量。

12. 根据权利要求11所述的装置,其中,被配置为将所考虑的所述图像目标帧与所述多个可能的运动模糊的图像目标进行比较的所述处理器被配置为:计算多个归一化互相关(NCC)值。

13. 根据权利要求9所述的装置,其中,所述处理器还被配置为:

确定计算资源是否可用于第三运动模糊估计方法,以及

响应于确定计算资源可用于所述第三运动模糊估计方法,应用所述第三运动模糊估计方法来估计所述运动模糊。

14. 根据权利要求13所述的装置,其中,被配置为应用所述第三运动模糊估计方法的所述处理器被配置为:

确定要搜索的多个模糊量,

针对要搜索的每个模糊量,确定一个或多个运动模糊步骤的数量,

在所考虑的图像目标帧的姿态和直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态之间,插入一个或多个中间姿态,其中,中间姿态的数量与运动模糊步骤的数量相对应,

构造多个未模糊的假设的图像目标帧,其中,针对每个中间姿态、以及所考虑的所述图像目标帧的姿态和直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态,构造一个假设的图像目标帧,

针对每个中间姿态和直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态,构造多个模糊的模板,其中,每个模糊的模板与临界姿态相对应,其中所述临界姿态是针对其构造所述模糊的模板的姿态,

将所考虑的所述图像目标帧与所有模糊模板进行比较,以找到最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的单个模糊的模板,以及

将所考虑的所述图像目标帧的运动模糊估计成所述模糊量和找到的最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的所述单个模糊的模板的临界姿态的组合。

15. 根据权利要求14所述的装置,其中,被配置为将所考虑的所述图像目标帧与所有模糊模板进行比较的所述处理器被配置为:计算多个归一化互相关(NCC)值。

16. 根据权利要求9所述的装置,其中,在应用所述第二运动模糊估计方法时,使用所述第一运动模糊估计方法的结果。

17. 一种用于自适应地应用一个或多个运动模糊估计方法来估计与图像目标帧相关联的运动模糊的装置,包括:

用于应用第一运动模糊估计方法来估计所述运动模糊的单元;

用于在应用所述第一运动模糊估计方法之后,确定计算资源是否可用于第二运动模糊估计方法的单元,其中,与所述第一运动模糊估计方法相比,所述第二运动模糊估计方法是更加运算密集的,并且与所述第一运动模糊估计方法相比,所述第二运动模糊估计方法提供更准确的模糊估计;以及

用于响应于确定计算资源可用于所述第二运动模糊估计方法,应用所述第二运动模糊估计方法来估计所述运动模糊的单元。

18. 根据权利要求17所述的装置,其中,所述用于应用所述第一运动模糊估计方法的单元还包括:

用于通过测量所考虑的图像目标帧的姿态并将所考虑的所述图像目标帧的所述姿态投影到屏幕空间,确定第一投影的姿态的单元;

用于通过测量直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态并将直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的所述姿态投影到屏幕空间,确定第二投影的姿态的单元;以及

用于通过从所述第一投影的姿态中减去所述第二投影的姿态,估计所考虑的所述图像目标帧的运动模糊矢量的单元。

19. 根据权利要求17所述的装置,其中,所述用于应用所述第二运动模糊估计方法的单元还包括:

用于通过将多个模糊矢量应用于未模糊的图像目标,根据所述未模糊的图像目标来生成多个可能的运动模糊的图像目标的单元;

用于将所考虑的图像目标帧与所述多个可能的运动模糊的图像目标进行比较,以找到最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的单个可能的运动模糊的图像目标的单元;以及

用于将所考虑的所述图像目标帧的运动模糊矢量估计成与最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的所述单个可能的运动模糊的图像目标相关联的模糊矢量的单元。

20. 根据权利要求19所述的装置,其中,所述用于将所考虑的所述图像目标帧与所述多个可能的运动模糊的图像目标进行比较的单元还包括:用于计算多个归一化互相关(NCC)值的单元。

21. 根据权利要求17所述的装置,还包括:

用于确定计算资源是否可用于第三运动模糊估计方法的单元;以及

用于响应于确定计算资源可用于所述第三运动模糊估计方法,应用所述第三运动模糊估计方法来估计所述运动模糊的单元。

22. 根据权利要求21所述的装置,其中,所述用于应用所述第三运动模糊估计方法的单元还包括:

用于确定要搜索的多个模糊量的单元;

用于针对要搜索的每个模糊量,确定一个或多个运动模糊步骤的数量的单元;

用于在所考虑的图像目标帧的姿态和直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态之间,插入一个或多个中间姿态的单元,其中,中间姿态的数量与运动模糊步骤的数量相对应;

用于构造多个未模糊的假设的图像目标帧的单元,其中,针对每个中间姿态、以及所考虑的所述图像目标帧的姿态和直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态,构造一个假设的图像目标帧;

用于针对每个中间姿态和直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态,构造多个模糊的模板的单元,其中,每个模糊的模板与临界姿态相对应,其中所述临界姿态是针对其构造所述模糊的模板的姿态;

用于将所考虑的所述图像目标帧与所有所述模糊的模板进行比较,以找到最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的单个模糊的模板的单元;以及

用于将所考虑的所述图像目标帧的运动模糊估计成所述模糊量和找到的最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的所述单个模糊的模板的临界姿态的组合的单元。

23. 根据权利要求17所述的装置,其中,在应用所述第二运动模糊估计方法时,使用所述第一运动模糊估计方法的结果。

24. 一种包括代码的非暂时性计算机可读介质,其中,所述代码在由处理器执行时使得所述处理器执行包括以下操作的方法:

应用第一运动模糊估计方法来估计与图像目标帧相关联的运动模糊;

在应用所述第一运动模糊估计方法之后,确定计算资源是否可用于第二运动模糊估计方法,其中,与所述第一运动模糊估计方法相比,所述第二运动模糊估计方法是更加运算密集的,并且与所述第一运动模糊估计方法相比,所述第二运动模糊估计方法提供更准确的模糊估计;以及

响应于确定计算资源可用于所述第二运动模糊估计方法,应用所述第二运动模糊估计方法来估计所述运动模糊。

25. 根据权利要求24所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述用于应用所述第一运动模糊估计方法的代码还包括用于进行以下操作的代码:

通过测量所考虑的图像目标帧的姿态并将所考虑的所述图像目标帧的所述姿态投影到屏幕空间,确定第一投影的姿态;

通过测量直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态并将直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的所述姿态投影到屏幕空间,确定第二投影的姿态;以及

通过从所述第一投影的姿态中减去所述第二投影的姿态,估计所考虑的所述图像目标帧的运动模糊矢量。

26. 根据权利要求24所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述用于应用所述第二运动模糊估计方法的代码还包括用于进行以下操作的代码:

通过将多个模糊矢量应用于未模糊的图像目标,根据所述未模糊的图像目标来生成多个可能的运动模糊的图像目标;

将所考虑的图像目标帧与所述多个可能的运动模糊的图像目标进行比较,以找到最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的单个可能的运动模糊的图像目标;以及

将所考虑的所述图像目标帧的运动模糊矢量估计成与最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的所述单个可能的运动模糊的图像目标相关联的模糊矢量。

27. 根据权利要求26所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述用于将所考虑的所述图像目标帧与所述多个可能的运动模糊的图像目标进行比较的代码还包括:用于计算多个归一化互相关(NCC)值的代码。

28. 根据权利要求24所述的非暂时性计算机可读介质,还包括用于进行以下操作的代码:

确定计算资源是否可用于第三运动模糊估计方法;以及

响应于确定计算资源可用于所述第三运动模糊估计方法,应用所述第三运动模糊估计方法来估计所述运动模糊。

29. 根据权利要求28所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述用于应用所述第三运动模糊估计方法的代码还包括用于进行以下操作的代码:

确定要搜索的多个模糊量;

针对要搜索的每个模糊量,确定一个或多个运动模糊步骤的数量;

在所考虑的图像目标帧的姿态和直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态之间,插入一个或多个中间姿态,其中,中间姿态的数量与运动模糊步骤的数量相对应;

构造多个未模糊的假设的图像目标帧,其中,针对每个中间姿态、以及所考虑的所述图像目标帧的姿态和直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态,构造一个假设的图像目标帧;

针对每个中间姿态和直接在所考虑的所述图像目标帧之前的图像目标帧的姿态,构造多个模糊的模板,其中,每个模糊的模板与临界姿态相对应,其中所述临界姿态是针对其构造所述模糊的模板的姿态;

将所考虑的所述图像目标帧与所有所述模糊的模板进行比较,以找到最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的单个模糊的模板;以及

将所考虑的所述图像目标帧的运动模糊估计成所述模糊量和找到的最接近地类似于所考虑的所述图像目标帧的所述单个模糊的模板的临界姿态的组合。

30. 根据权利要求24所述的非暂时性计算机可读介质,其中,在应用所述第二运动模糊估计方法时,使用所述第一运动模糊估计方法的结果。

## 运动模糊的快速自适应估计以用于相干渲染

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求享受于2015年2月27日提交的、标题为“FAST ADAPTIVE ESTIMATION OF MOTION BLUR FOR COHERENT RENDERING”的美国专利申请No.14/633,737的优先权，故以引用方式将其明确地并入本文。

### 技术领域

[0003] 概括地说，本文所公开的主题涉及电子设备，更具体地说，涉及用于与由电子设备实现的增强现实环境一起使用的方法和装置。

### 背景技术

[0004] 利用增强现实技术，可视虚拟对象可以叠加在现实世界场景的视频馈给上，使得在输出视频馈给中，虚拟对象看起来是现实世界场景的一部分。可以使用多种已知技术使虚拟对象逼真地呈现为现实场景的一部分。例如，相机姿态可以利用已知技术从视频馈给的一帧跟踪到另一帧，使得可以相应地调整虚拟对象的姿态，以使虚拟对象呈现为现实世界场景的一部分。

[0005] 在描绘现实世界场景的视频馈给由于相机的快速移动而变得模糊的情形下，如果虚拟对象不是同样地模糊，则虚拟对象的现实性可能会减弱。因此，用于测量描绘虚拟对象所叠加的现实世界场景的视频馈给的运动模糊的方法，以及用于调整虚拟对象以模拟相应的模糊的方法是有用的。

### 发明内容

[0006] 本文公开的一个实施例可以包括一种用于自适应地应用一个或多个运动模糊估计方法来估计与图像目标帧相关联的运动模糊的方法，该方法包括：应用第一运动模糊估计方法来估计运动模糊；确定计算资源是否可用于第二运动模糊估计方法；响应于确定计算资源可用于第二运动模糊估计方法，应用第二运动模糊估计方法来估计运动模糊。

[0007] 本文公开的另一个实施例可以包括一种用于自适应地应用一个或多个运动模糊估计方法来估计与图像目标帧相关联的运动模糊的装置，该装置包括：存储器；以及处理器，该处理器被配置为：应用第一运动模糊估计方法来估计运动模糊；确定计算资源是否可用于第二运动模糊估计方法；响应于确定计算资源可用于第二运动模糊估计方法，应用第二运动模糊估计方法来估计运动模糊。

[0008] 本文公开的另外实施例可以包括一种用于自适应地应用一个或多个运动模糊估计方法来估计与图像目标帧相关联的运动模糊的装置，该装置包括：用于应用第一运动模糊估计方法来估计运动模糊的单元；用于确定计算资源是否可用于第二运动模糊估计方法的单元；用于响应于确定计算资源可用于第二运动模糊估计方法，应用第二运动模糊估计方法来估计运动模糊的单元。

[0009] 本文公开的另外实施例可以包括一种包括代码的非暂时性计算机可读介质，所述

代码在由处理器执行时使得所述处理器进行包括以下操作的方法：应用第一运动模糊估计方法来估计与图像目标帧相关联的运动模糊；确定计算资源是否可用于第二运动模糊估计方法；响应于确定计算资源可用于第二运动模糊估计方法，应用第二运动模糊估计方法来估计运动模糊。

## 附图说明

- [0010] 图1示出了适于增强现实应用的设备的实施例。
- [0011] 图2A和图2B示出了示例性增强现实应用的输出。
- [0012] 图3是示出用于自适应地应用对图像目标的运动模糊进行估计的一个或多个方法的示例性方法的流程图。
- [0013] 图4是示出用于估计图像目标的运动模糊的示例性第一运动模糊估计方法的流程图。
- [0014] 图5是示出用于估计图像目标的运动模糊的示例性第二运动模糊估计方法的流程图。
- [0015] 图6是用于估计图像目标的运动模糊的示例性第二运动模糊估计方法的示例性说明。
- [0016] 图7是示出用于估计图像目标的运动模糊的示例性第三运动模糊估计方法的流程图。
- [0017] 图8是用于估计图像目标的运动模糊的示例性第三运动模糊估计方法的示例性说明。

## 具体实施方式

[0018] 在图1中示出了适于增强现实应用的示例性设备100。如本文所使用的设备（例如，设备100）可以是：移动设备、无线设备、蜂窝电话、个人数字助理、移动计算机、可穿戴设备（例如，手表、头戴式显示器、虚拟现实眼镜等等）、平板设备、个人计算机、膝上型计算机、或者具有处理能力的任何类型的设备。如本文所使用的，移动设备可以是任何便携式或者可移动设备或机器，其可以被配置为获取从一个或多个无线通信设备或网络发送的无线信号，以及向一个或多个无线通信设备或网络发送无线信号。因此，通过举例而非限制的方式，设备100可以包括无线电设备、蜂窝电话设备、计算设备、个人通信系统设备、或者其它类似的有可移动无线通信功能的设备、器具或机器。

[0019] 设备100示出为包括经由总线105进行电耦合的硬件单元（或者可以根据需要进行通信）。这些硬件单元可以包括一个或多个处理器110，其包括但不限于：一个或多个通用处理器和/或一个或多个特殊用途处理器（例如，数字信号处理芯片、图形加速处理器等等）；一个或多个输入设备115，其包括但不限于相机116、鼠标、键盘、小键盘、触摸屏、麦克风等等；以及一个或多个输出设备120，其包括但不限于显示设备121、扬声器、打印机等等。

[0020] 设备100还可以包括一个或多个非暂时性存储设备125（和/或与其进行通信），其中该一个或多个非暂时性存储设备125可以包括但不限于本地和/或网络可访问存储设备，和/或可以包括但不限于磁盘驱动器、驱动器阵列、光存储设备、诸如随机存取存储器（“RAM”）和/或只读存储器（“ROM”）之类的固态存储设备，其可以是可编程、可闪速更新的等

等。这些存储设备可以配置为实现任何适当的数据存储,其包括但不限于:各种文件系统、数据库结构等等。

[0021] 该设备还可以包括通信子系统130,通信子系统130可以包括但不限于:调制解调器、网络卡(无线或有线)、红外通信设备、无线通信设备和/或芯片集(例如,蓝牙设备、802.11设备、Wi-Fi设备、WiMax设备、蜂窝通信设施等)等等。通信子系统130可以容许与网络、其它设备和/或本文所描述的任何其它设备交换数据。在一个实施例中,设备100还可以包括存储器135,存储器135可以包括RAM或ROM设备,如上所述。应当理解的是,设备100可以是移动设备或者非移动设备,并且可以具有无线和/或有线连接。

[0022] 设备100还可以包括软件单元,软件单元示出为当前位于工作存储器135之内,其中这些软件单元包括操作系统140、设备驱动、可执行库和/或其它代码(例如,一个或多个应用程序145),其中应用程序145可以包括或者可以被设计为实现实施例所提供的方法和/或配置系统,如本文所将描述的。仅通过举例的方式,参照下面所讨论的方法描述的一个或多个过程可以实现成可由设备100(和/或设备100内的处理器110)执行的代码和/或指令;在一个方面中,随后,这些代码和/或指令可以用于配置和/或调整通用计算机(或者其它设备)以根据所描述的方法来执行一个或多个操作。

[0023] 可以将这些指令和/或代码集存储在非暂时性计算机可读存储介质(例如,上面所描述的存储设备125)上。在一些情况下,可以将存储介质并入到诸如设备100之类的设备中。在其它实施例中,存储介质可以与设备相分离(例如,诸如压缩盘之类的可移除介质),和/或利用安装包来提供,使得该存储介质可以用于利用其上存储的指令/代码对通用计算机进行编程、配置和/或调整。这些指令可以采用可执行代码(其可由计算机化的设备100执行)的形式,和/或采用源代码和/或可安装代码的形式,其中在该代码在设备100上进行编译和/或安装(例如,使用多种通常可用的编译器、安装程序、压缩/解压缩工具等等中的任何一种)之后,采用可执行代码的形式。

[0024] 应用程序145可以包括一个或多个增强现实应用。一种示例性增强现实应用能够实时地识别和跟踪图像目标。在一个示例性实施例中,示例性增强现实应用使用图像目标上的多个关键点,来跟踪该图像目标。应当理解的是,下文所描述的增强现实应用的功能可以替代地利用硬件或者不同层级的软件(例如,操作系统(OS)、固件、计算机视觉模块等等)来实现。

[0025] 在一个实施例中,表示现实世界场景的图像目标是从设备100的相机116接收的实时视频馈给的帧。可以对该视频馈给进行缓存。在另一个实施例中,该视频馈给可以是预先录制的视频馈给,可以是从存储介质获取的。增强现实应用145可以将一个或多个虚拟对象叠加在图像目标上。随后,在显示设备121上,一帧一帧地渲染其上叠加有一个或多个虚拟对象的图像目标。由于示例性增强现实应用跟踪图像目标的位置和方向,并相应地调整叠加的一个或多个虚拟对象的位置和方向,所以用户对于一个或多个虚拟对象上的视角与他或她对图像目标的视角相对应,因此在用户看来,一个或多个虚拟对象是现实世界场景的一部分。此外,在一个实施例中,表示现实世界场景的图像目标可以是保存的视频馈给的帧。

[0026] 参见图2A和图2B,示出了示例性增强现实应用145的输出200和205。在图2A中,可以见到,图像目标210由于快速的相机运动而模糊。但是,虚拟对象(虚拟茶壶215)没有相应

地模糊。结果,虚拟茶壶215的现实性减弱并且虚拟茶壶215看起来不像是图像目标210中描绘的现实世界场景的一部分。相比而言,在示出有相同的模糊图像目标210的图2B中,将虚拟茶壶215调整为看起来已经受到相同的运动模糊。结果,图2B的虚拟茶壶215更逼真地呈现为在图像目标210中描绘的现实世界场景的一部分。

[0027] 应当理解的是,为了模拟虚拟对象上的运动模糊,可能需要与图像目标的运动模糊有关的某种信息。例如,可以由包括方向和幅度的模糊矢量来表示图像目标的运动模糊。替代地,可以由在所考虑(*in question*)的图像目标帧的相机姿态和直接在运动模糊开始发生之前的图像目标帧的相机姿态之间的中间相机姿态与模糊量的组合来表示图像目标的运动模糊。下文将上述中间相机姿态称为临界(*critical*)姿态。换言之,可以由临界姿态和模糊量的组合来表示图像目标的运动模糊。

[0028] 下文描述用于估计图像目标的运动模糊的三种方法。这三种方法可以称为第一运动模糊估计方法、第二运动模糊估计方法和第三运动模糊估计方法。替代地,第一运动模糊估计方法可以称为快速2D估计;第二运动模糊估计方法可以称为粗略3D估计;第三运动模糊估计方法可以称为精练3D估计。如下面所将详细解释的,与第二运动模糊估计方法(粗略3D估计)相比,第三运动模糊估计方法(精练3D估计)是更加计算密集的,转而,与第一运动模糊估计方法(快速2D估计)相比,第二运动模糊估计方法是更加计算密集的。

[0029] 参见图3,示出了描绘用于自适应地应用对图像目标的运动模糊进行估计的一个或多个方法的示例性方法300的流程图。在方框310处,可以应用第一运动模糊估计方法来估计运动模糊。第一运动模糊估计方法可以是下面将详细描述的图4的示例性第一运动模糊估计方法400。在方框320处,可以确定计算资源是否可用于第二运动模糊估计方法。计算资源可以包括例如剩余的预算时间或者可用的存储器空间。如果在方框320处确定没有足够的计算资源可用于第二运动模糊估计方法,则方法300终止。如果在方框320处确定计算资源可用于第二运动模糊估计方法,则方法300转到方框330,其中在方框330处,可以响应于确定计算资源可用于第二运动模糊估计方法,应用第二运动模糊估计方法来估计运动模糊。第二运动模糊估计方法可以是下面将详细描述的图5的示例性第二运动模糊估计方法500。接着,在方框340处,可以确定计算资源是否可用于第三运动模糊估计方法。如果在方框340处确定没有足够的计算资源可用于第三运动模糊估计方法,则方法300终止。如果在方框340处确定计算资源可用于第三运动模糊估计方法,则方法300转到方框350,其中在方框350处,可以响应于确定计算资源可用于第三运动模糊估计方法,应用第三运动模糊估计方法来估计运动模糊。第三运动模糊估计方法可以是下面将详细描述的图7的示例性第三运动模糊估计方法700。其后,方法300终止。可以针对每一个图像目标帧来执行方法300,以生成针对该图像目标帧的一个或多个运动模糊估计。替代地,可以随时地执行方法300以选择当前环境下最适合的运动模糊估计方法,可以将该运动模糊估计方法用于多个图像目标帧,直到下一次执行方法300为止。最适合的运动模糊估计方法可以是在给定资源约束的情况下,提供最准确的运动模糊估计的方法。

[0030] 在替代的实施例中,可以使用一种方法,该方法基于可用的计算资源和估计的对于每种运动模糊估计方法所需的计算资源来确定最适合的运动模糊估计方法,而无需首先执行特定的运动模糊估计方法。

[0031] 当然,在其中用于设备和环境的计算资源简档是已知的一些实施例中,可以在无

需使用方法300的情况下,选择最适合的运动模糊估计方法。

[0032] 参见图4,示出了描绘用于估计图像目标的运动模糊的示例性第一运动模糊估计方法400的流程图。第一运动模糊估计方法400可以替代地称为快速2D估计。在方框410处,可以通过测量所考虑的图像目标帧的姿态并将所考虑的图像目标帧的姿态投影到屏幕空间,确定第一投影的姿态。在方框420处,可以通过测量直接在所考虑的图像目标帧之前的图像目标帧的姿态并将直接在所考虑的图像目标帧之前的图像目标帧的姿态投影到屏幕空间,确定第二投影的姿态。其后,在方框430处,可以至少部分地基于第二投影的姿态和第一投影的姿态之间的差值,确定所考虑的图像目标帧的运动模糊矢量。在方框430处的计算所使用的位置可以是单一位置(例如,中心位置),也可以是多个位置(例如,图像目标帧的角部(cornet))。应当理解的是,可以使用先前的成对的连续图像目标帧(如投影到屏幕空间)之间的差值来确定在推算的曲线上当前图像目标帧的运动模糊矢量,使得针对当前图像目标帧的运动模糊估计的结果可以是基于多个先前的成对的连续图像目标帧。

[0033] 可以在一个或多个图像目标帧的运动模糊的快速2D估计的运行时(runtime)期间,使用第一运动模糊估计方法400。此外,第一运动模糊估计方法400还可以结合诸如同时定位和映射(SLAM)或者用户定义的目标(UDT)之类的方法来使用。但是,应当理解的是,在方框430处导出的矢量是没有真正测量相机模糊的运动矢量。在某些环境下,快速相机移动并不必然导致模糊,故使用在方框430处导出的运动矢量作为用于调整虚拟对象的模糊矢量可能导致错误的结果。

[0034] 参见图5,示出了描绘用于估计图像目标的运动模糊的示例性第二运动模糊估计方法500的流程图。第二运动模糊估计方法500可以替代地称为粗略3D估计。在方框510处,可以通过将多个模糊矢量应用于未模糊的图像目标,根据该未模糊的图像目标来生成多个可能的运动模糊的图像目标。该多个模糊矢量可以在其方向和幅度上发生变化。例如,在一个实施例中,可以使用24个模糊矢量来生成24个可能的运动模糊的图像目标,其中这24个模糊矢量覆盖4个方向和6个幅度的组合。在一些实施例中,可以在使用未模糊的图像目标来生成可能的运动模糊的图像目标之前,首先对该未模糊的图像目标进行缩小比例,以减少计算强度。出于相同的原因,在一些其它实施例中,可以仅使用在未模糊的图像目标上的关键点周围取得的一小块区域(patch),来生成可能的运动模糊的图像目标。接着,在方框520处,可以将所考虑的图像目标帧与多个可能的运动模糊的图像目标进行比较,以找到最接近地类似于所考虑的图像目标帧的一个可能的运动模糊的图像目标。当然,在其中使用未模糊的图像目标的缩小比例版本来生成可能的运动模糊的图像目标的实施例中,可以在进行比较之前,对所考虑的图像目标帧进行类似地缩小比例。在其中仅使用未模糊的图像目标上的关键点周围的一小块区域来生成可能的运动模糊的图像目标的实施例中,在进行比较时,仅使用所考虑的图像目标帧上的关键点周围的一小块区域。可以通过任何已知的技术来确定所考虑的图像目标帧与多个可能的运动模糊的图像目标中的任何一个可能的运动模糊的图像目标之间的相似度。例如,计算并比较归一化互相关(NCC)值是一种此类技术。如果已经对所考虑的图像目标帧执行了第一运动模糊估计方法400,则可以使用在第一运动模糊估计方法400的方框430处导出的运动模糊矢量来优化方框520处的搜索顺序,以节省计算资源。其后,在方框530处,可以将所考虑的图像目标帧的运动模糊矢量估计成与在方框520处找到的最接近地类似于所考虑的图像目标帧的一个可能的运动模糊的图像目

标相关联的模糊矢量。应当理解的是,用于在连续地处理来自视频馈给的图像目标帧时降低第二运动模糊估计方法500的计算强度的一种方式是:在继续移动到具有较多不同的可能的运动模糊的图像目标之前,在方框520处将所考虑的图像目标帧首先与在第二运动模糊估计方法500的前一次迭代中的方框520处找到的具有较少不同的可能的运动模糊图像目标进行比较。

[0035] 参见图6,示出了描绘用于估计图像目标的运动模糊的示例性第二运动模糊估计方法500的示例性视图600。如上所述,利用粗略3D估计,可以通过将多个模糊矢量应用于未模糊的图像目标610,根据该未模糊的图像目标来生成多个可能的运动模糊的图像目标(例如,图像目标630A-D)。可以在使用未模糊的图像目标610来生成可能的运动模糊的图像目标(例如,图像目标630A-D)之前,首先对该未模糊的图像目标610进行缩小比例,以减少计算强度。接着,可以将所考虑的图像目标帧与多个可能的运动模糊的图像目标(例如,图像目标630A-D)进行比较,以找到最接近地类似于所考虑的图像目标帧的一个可能的运动模糊的图像目标。其后,可以将所考虑的图像目标帧的运动模糊矢量估计成与找到的最接近地类似于所考虑的图像目标帧的一个可能的运动模糊的图像目标相关联的模糊矢量。

[0036] 参见图7,示出了描绘用于估计图像目标的运动模糊的示例性第三运动模糊估计方法700的流程图。第三运动模糊估计方法700可以替代地称为精练3D估计。在方框710处,可以确定要搜索的多个模糊量。如果已经对所考虑的图像目标帧执行了第二运动模糊估计方法500,则可以使用在方法500的方框530处导出的运动模糊矢量来限制要搜索的多个模糊量的数量。在方框720处,可以针对要搜索的每个模糊量,确定与运动模糊步骤的数量相对应的数量。该数量可以在下文称为数量N。该数量N可以等于或大于1,故可以与要搜索的相应模糊量呈正相关。接着,在方框730处,可以在所考虑的图像目标帧的姿态和直接在其之前的图像目标帧的姿态之间,插入一个或多个中间姿态。中间姿态的数量可以与数量N相同。这些中间姿态可以是在所考虑的图像目标帧的姿态和直接在其之前的图像目标帧的姿态之间均匀间隔的。在方框740处,可以构造多个未模糊的假设的图像目标帧,其中,可以针对每个中间姿态、以及所考虑的图像目标帧的姿态和直接在其之前的图像目标帧的姿态,构造一个假设的图像目标帧。在方框750处,可以针对每个中间姿态和直接在所考虑的图像目标帧之前的图像目标帧的姿态,构造多个模糊的模板。针对其构造模糊的模板的姿态可以称为该模糊的模板的临界姿态。通过对与临界姿态和在临界姿态之后的所有姿态(其包括在临界姿态之后的所有中间姿态之后以及所考虑的图像目标帧的姿态)相对应的未模糊的假设的图像目标帧进行组合,来构造模糊的模板。换言之,假定对于每个模糊的模板而言,运动模糊在其临界姿态处开始发生。可以针对要搜索的所有模糊量,重复方框720到750来获得要搜索的所有模糊的模板。其后,在方框760处,可以将所考虑的图像目标帧与所有模糊的模板进行比较,以找到最接近地类似于所考虑的图像目标帧的单个模糊的模板。关于第二运动模糊估计方法500而言,可以使用NCC来测量所考虑的图像目标帧和模糊的模板之间的相似度。在方框770处,可以将所考虑的图像目标帧的运动模糊估计成模糊量和在方框760处找到的最接近地类似于所考虑的图像目标帧的模糊的模板的临界姿态的组合。例如,可以将模糊量归一化到在0到1之间的尺度。应当理解的是,由于第三运动模糊估计方法700考虑了相机运动的6个自由度(DOF),因此其提供的运动模糊估计比第二运动模糊估计方法500更准确。还应当理解的是,还可以通过考虑针对先前图像目标帧的结果并确

定在推算的曲线上针对当前图像目标帧的运动模糊矢量,来进一步精练针对当前图像目标帧的精练3D估计的结果。

[0037] 参见图8,示出了描绘用于估计图像目标的运动模糊的示例性第三运动模糊估计方法700的示例性说明800。如上所述,利用精练3D估计,可以确定要搜索的多个模糊量。针对要搜索的每个模糊量,可以确定与运动模糊步骤的数量相对应的数量。接着,可以在所考虑的图像目标帧的姿态(模板820A中所示出的姿态)和直接在其之前的图像目标帧的姿态(模板820C中所示出的姿态)之间,插入一个或多个中间姿态(例如,模板820B中所示出的姿态)。可以针对每个中间姿态(例如,模板820B中所示出的姿态)、以及直接在所考虑的图像目标帧之前的图像目标帧的姿态(模板820C中所示出的姿态),构造多个模糊的模板(例如,模板830A-C)。可以在模糊的模板的构造中,使用未展开的(例如,正视图)图像目标810。可以针对要搜索的所有模糊量,生成要搜索的所有模糊的模板。其后,可以将所考虑的图像目标帧与所有模糊的模板(例如,模板830A-C)进行比较,以找到最接近地类似于所考虑的图像目标帧的单个模糊的模板。

[0038] 因此,应当理解的是,与第二运动模糊估计方法500(粗略3D估计)相比,第三运动模糊估计方法700(精练3D估计)是更加运算密集的,转而,与第一运动模糊估计方法400(快速2D估计)相比,第二运动模糊估计方法500是更加运算密集的。另一方面,与第二运动模糊估计方法500(粗略3D估计)相比,第三运动模糊估计方法700(精练3D估计)提供更准确的模糊估计,转而,与第一运动模糊估计方法400(快速2D估计)相比,第二运动模糊估计方法500提供更准确的模糊估计。

[0039] 如先前所描述的,设备100可以执行操作以:应用第一运动模糊估计方法来估计运动模糊(图4);确定计算资源是否可用于第二运动模糊估计方法;响应于确定计算资源可用于第二运动模糊估计方法,应用第二运动模糊估计方法来估计运动模糊(图5);确定计算资源是否可用于第三运动模糊估计方法;以及响应于确定计算资源可用于第三运动模糊估计方法,应用第三运动模糊估计方法来估计运动模糊(图7)。在更准确的模糊估计方法的应用时,可以使用或者重用来自不那么准确的模糊估计方法的结果,以节省计算资源。例如,在第二运动模糊估计方法的应用时,可以使用来自第一运动模糊估计方法的结果,并且在第三运动模糊估计方法的应用时,可以使用来自第一和第二运动模糊估计方法的结果。先前详细地描述了三种运动模糊估计的各种实现。通过执行先前所描述的功能,具有处理器110的设备100可以执行指令来操作增强现实应用145,以自适应地选择最适合的运动模糊估计方法来估计图像目标帧的运动模糊,这可以用于模拟虚拟对象(虚拟茶壶215)上的运动模糊,以使虚拟对象更逼真地呈现为如图像目标中所描绘的现实世界场景的一部分。

[0040] 应当理解的是,如先前所描述的用于执行运动模糊估计的增强现实应用145可以实现成软件、固件、硬件、其组合等等。在一个实施例中,先前所描述的功能可以由设备100的一个或多个处理器(例如,处理器110)来实施,以实现先前所描述的功能(例如,图3-图8的方法操作)。

[0041] 本文的教导可以并入到多种装置(例如,设备)中(例如,在多种装置内实现或由多种装置来执行)。例如,本文教导的一个或多个方面可以并入到通用设备、台式计算机、移动计算机、移动设备、电话(例如,蜂窝电话)、个人数据助理、平板设备、膝上型计算机、平板设备、娱乐设备(例如,音乐或视频设备)、头戴装置(例如,耳机、听筒等等)、医疗设备(例如,

生物传感器、心率监测仪、计步器、EKG设备等等)、用户I/O设备、计算机、服务器、销售点设备、娱乐设备、机顶盒、可穿戴设备(例如,手表、头戴式显示器、虚拟现实眼镜等等)、汽车中的电子设备、或者任何其它适当的设备。

[0042] 在一些方面中,无线设备可以包括用于通信系统的接入设备(例如,Wi-Fi接入点)。例如,这种接入设备可以经由有线或无线通信链路,通过收发机来提供到另一个网络(例如,诸如互联网或蜂窝网络之类的广域网)的连接。因此,接入设备可以使得另一个设备(例如,Wi-Fi站)能够访问其它网络或者某种其它功能。此外,应当理解的是,这两个设备中的一个或二者可以是便携式的,或者在一些情况下是相对非便携的。

[0043] 应当理解的是,当这些设备是移动设备或者无线设备时,它们可以通过基于或者以其它方式支持任何适当的无线通信技术的无线网络,经由一个或多个无线通信链路来进行通信。例如,在一些方面中,该无线设备和其它设备可以与包括无线网络的网络进行关联。在一些方面中,该网络可以包括体域网或个域网(例如,超宽带网络)。在一些方面中,该网络可以包括局域网或广域网。无线设备可以支持或者使用各种无线通信技术、协议或标准中的一种或多种(例如,3G、LTE、改进的LTE、4G、CDMA、TDMA、OFDM、OFDMA、WiMAX和Wi-Fi)。类似地,无线设备可以支持或者以其它方式使用各种相应的调制或者复用方案中的一种或多种。因此,无线设备可以包括适当的组件(例如,空中接口),以使用上面或者其它无线通信技术,经由一个或多个无线通信链路来建立通信和进行通信。例如,设备可以包括具有相关联的发射机和接收机组件(例如,发射机和接收机)的无线收发机,无线收发机可以包括有助于在无线介质上进行通信的各种组件(例如,信号发生器和信号处理器)。如所公知的,移动无线设备可以因此与其它移动设备、蜂窝电话、其它有线和无线计算机、互联网网站等等进行无线地通信。

[0044] 本领域技术人员将会理解,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,可贯穿上面的描述提及的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和码片可以用电压、电流、电磁波、磁场或磁性粒子、光场或光学粒子、或者其任意组合来表示。

[0045] 本领域技术人员还将会明白,结合本文所公开的实施例描述的各种说明性的逻辑框、模块、引擎、电路和算法步骤均可以实现成电子硬件、计算机软件或二者的组合。为了清楚地示出硬件和软件之间的这种可交换性,上面对各种示例性的组件、框、模块、引擎、电路和步骤均围绕其功能进行了总体描述。至于这种功能是实现成硬件还是实现成软件,取决于特定应用和施加在整体系统上的设计约束。本领域技术人员可以针对每个特定应用,以变化的方式实现所描述的功能,但是,这种实现决策不应被解释为脱离本发明的范围。

[0046] 可以利用被实际为执行本文所述功能的通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其它可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑、分立硬件组件或者其任意组合来实现或执行结合本文所公开的实施例描述的各种说明性的逻辑框、模块和电路。通用处理器可以是微处理器,但是在替代方案中,该处理器也可以是任何常规的处理器、控制器、微控制器或者状态机。处理器也可以实现为计算设备的组合,例如,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内核的结合,或者任何其它此种结构。

[0047] 结合本文所公开的实施例描述的方法或者算法的步骤可以直接体现在硬件、由处理器执行的软件模块或二者的组合中。软件模块可以驻留在RAM存储器、闪存、ROM存储器、

EPROM存储器、EEPROM存储器、寄存器、硬盘、移动硬盘、CD-ROM或者本领域已知的任何其它形式的存储介质中。可以将示例性存储介质耦合至处理器,从而使该处理器能够从该存储介质读取信息,并且向该存储介质写入信息。在替代方案中,存储介质可以是处理器的组成部分。处理器和存储介质可以驻留在ASIC中。ASIC可以驻留在用户终端中。在替代方案中,处理器和存储介质可以作为分立组件驻留于用户终端中。

[0048] 在一个或多个示例性实施例中,本文所描述的功能可以用硬件、软件、固件或者其任意组合来实现。当利用软件实现成计算机程序产品时,可以将这些功能或模块作为一个或多个指令或代码存储在非暂时性计算机可读介质上,或者通过非暂时性计算机可读介质进行传输。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质,其中通信介质包括有助于将计算机程序从一个地方传送到另一个地方的任何介质。存储介质可以是能够由计算机存取的任何可用介质。通过举例而非限制的方式,这种非暂时性计算机可读介质可以包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其它光盘存储、磁盘存储或其它磁存储设备、或者能够用于以指令或数据结构形式携带或存储期望的程序代码以及能够由计算机存取的任何其它介质。此外,任何连接被适当地称为计算机可读介质。例如,如果软件是使用同轴电缆、光纤光缆、双绞线、数字用户线路(DSL)或者诸如红外线、无线电和微波之类的无线技术从网站、服务器或其它远程源传输的,则同轴电缆、光纤光缆、双绞线、DSL或者诸如红外线、无线电和微波之类的无线技术包括在介质的定义中。如本文所使用的,磁盘和光盘包括压缩盘(CD)、激光盘、光盘、数字多功能光盘(DVD)、软盘和蓝光盘,其中磁盘通常磁性地再现数据,而光盘则用激光来光学地再现数据。上述的组合也应当包括在计算机可读介质的范围之内。

[0049] 提供对所公开的实施例的以上描述以使得任何本领域技术人员能够实施或者使用本发明。对于本领域技术人员来说,对这些实施例的各种修改将是显而易见的,并且本文定义的总体原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下应用于其它实施例。因此,本发明不旨在受限于本文所示出的实施例,而是要与本文所披露的原理和新颖特征的最广范围相一致。

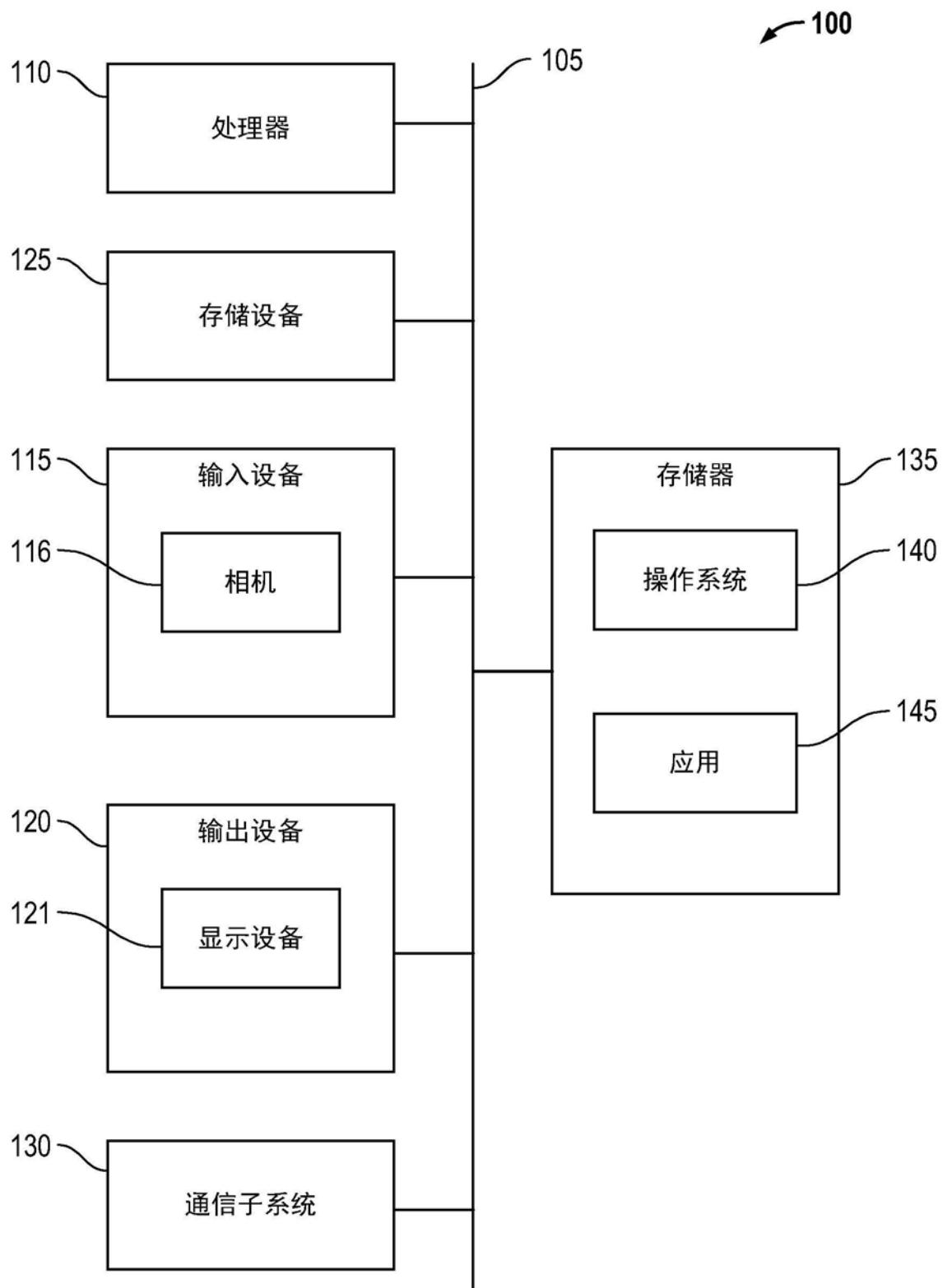


图1

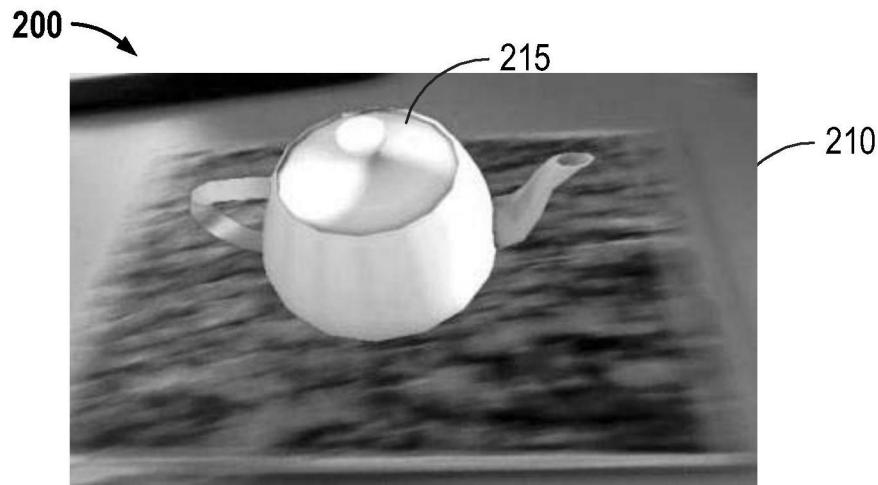


图2A

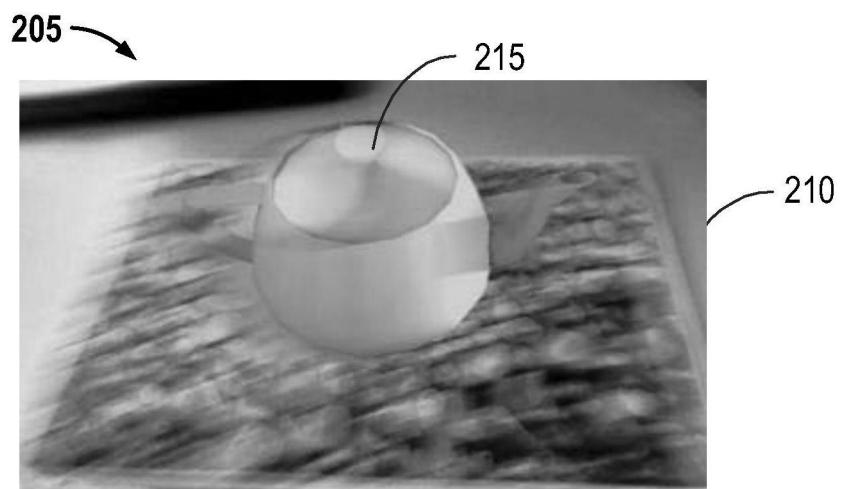


图2B

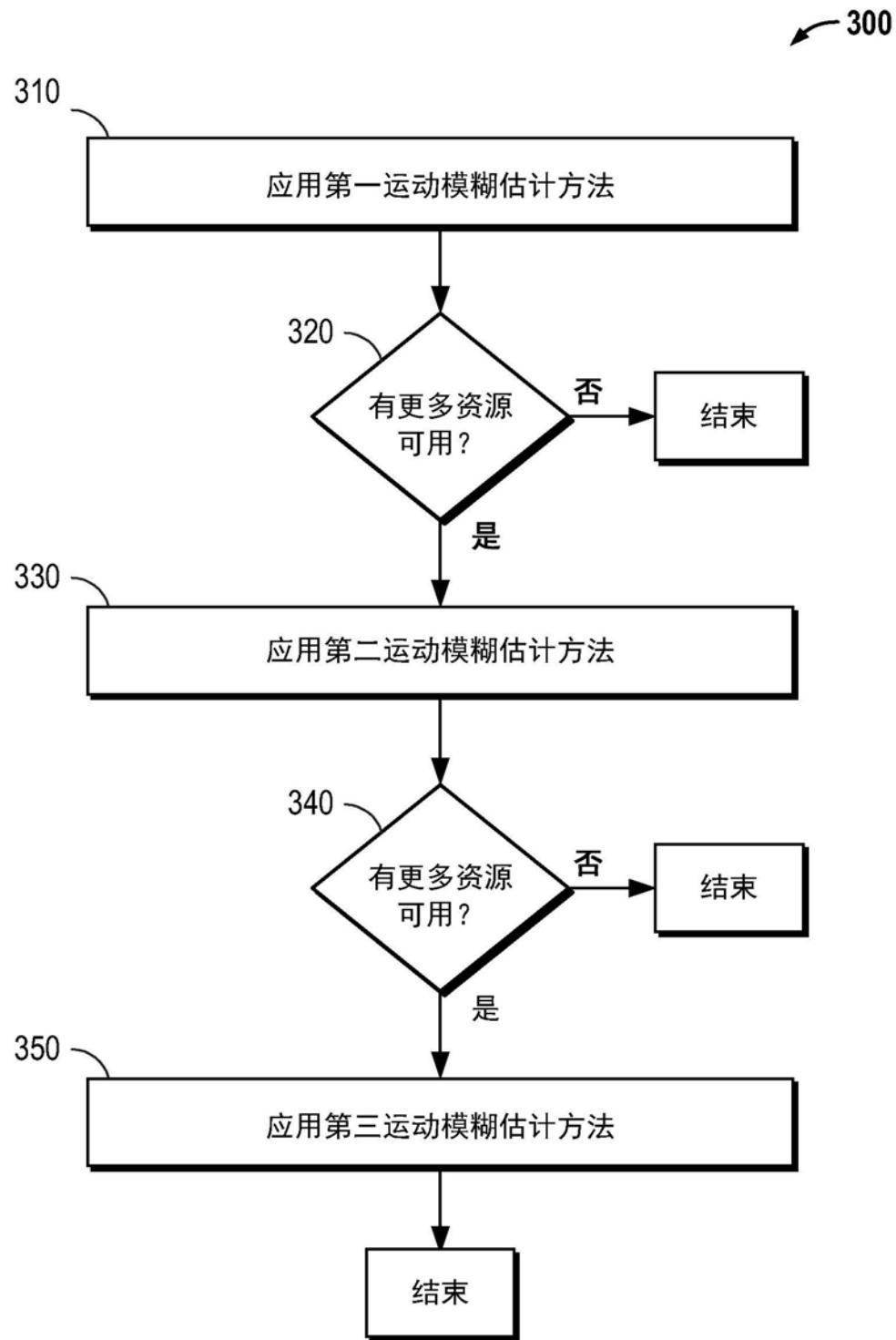


图3

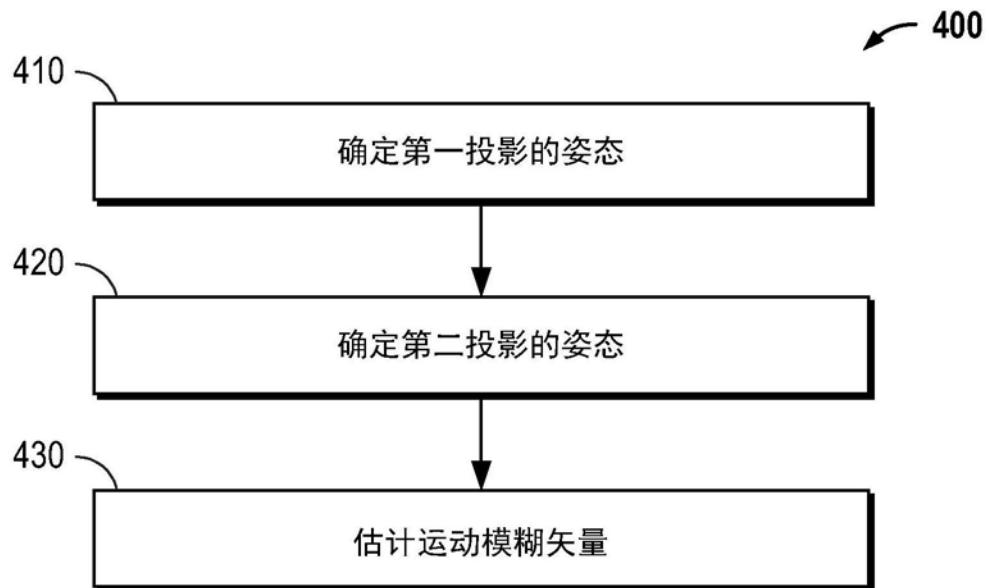


图4

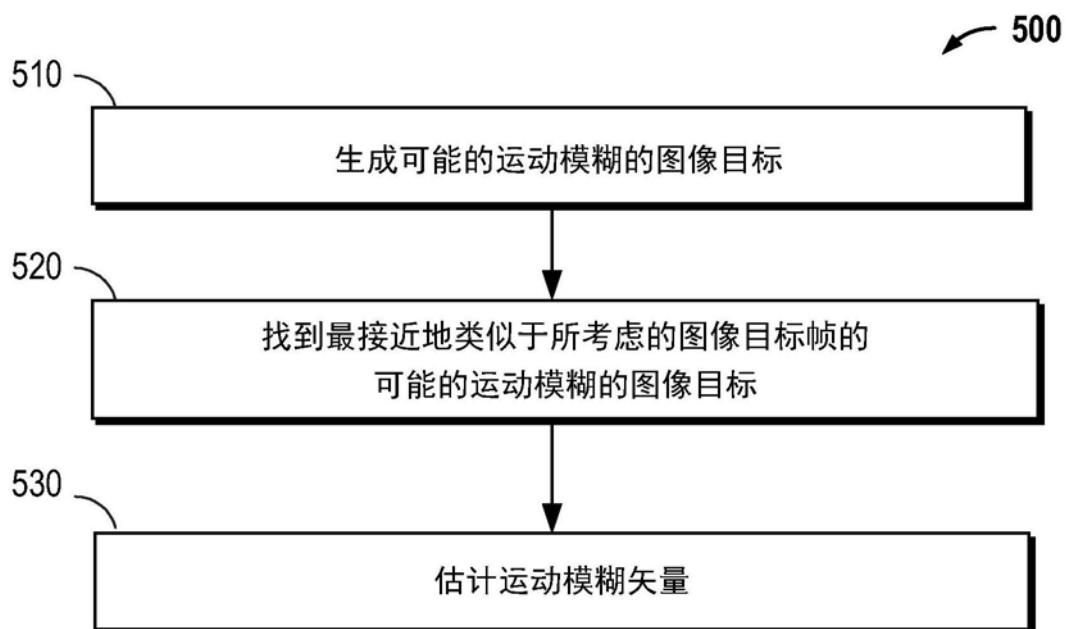


图5

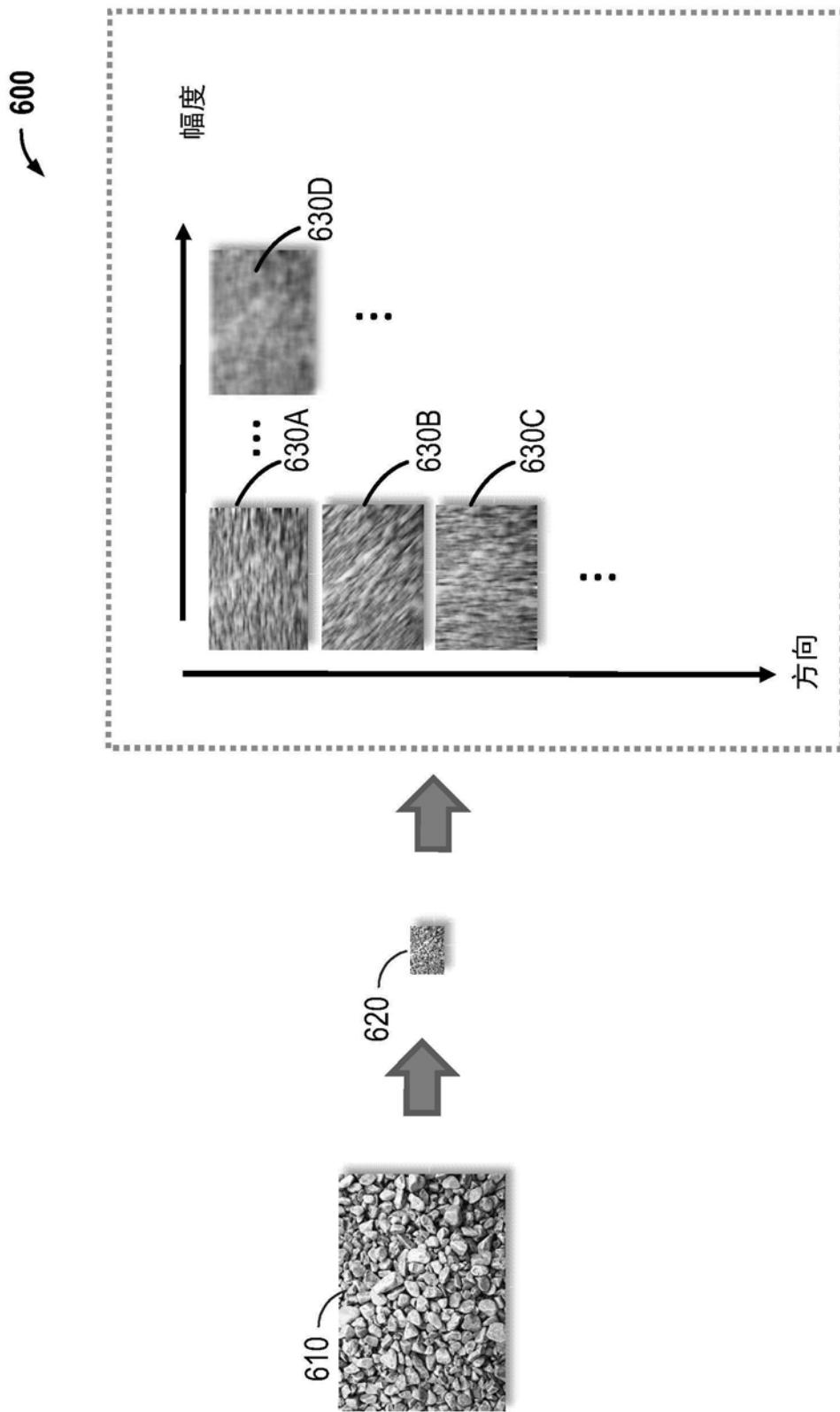


图6

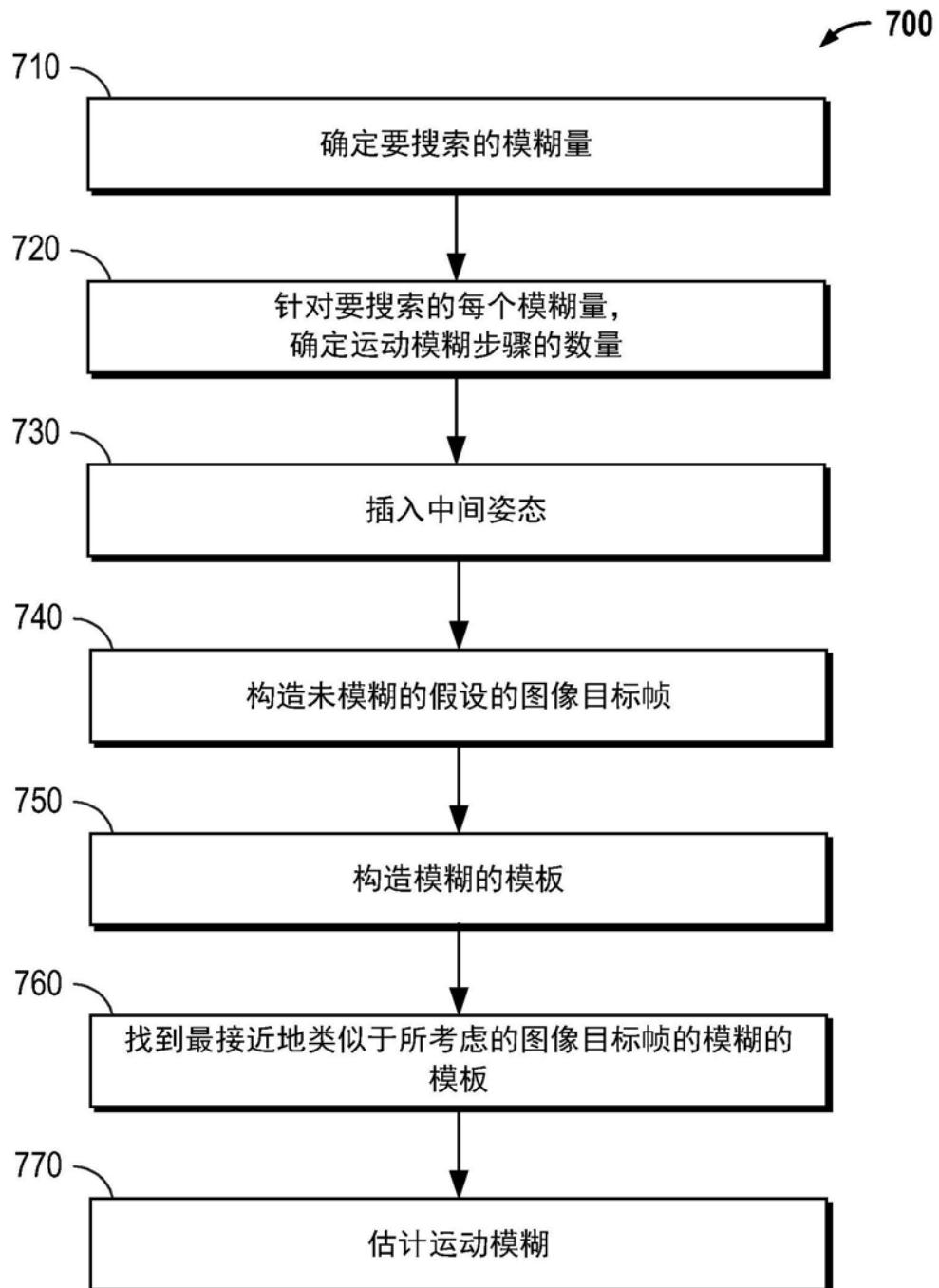


图7

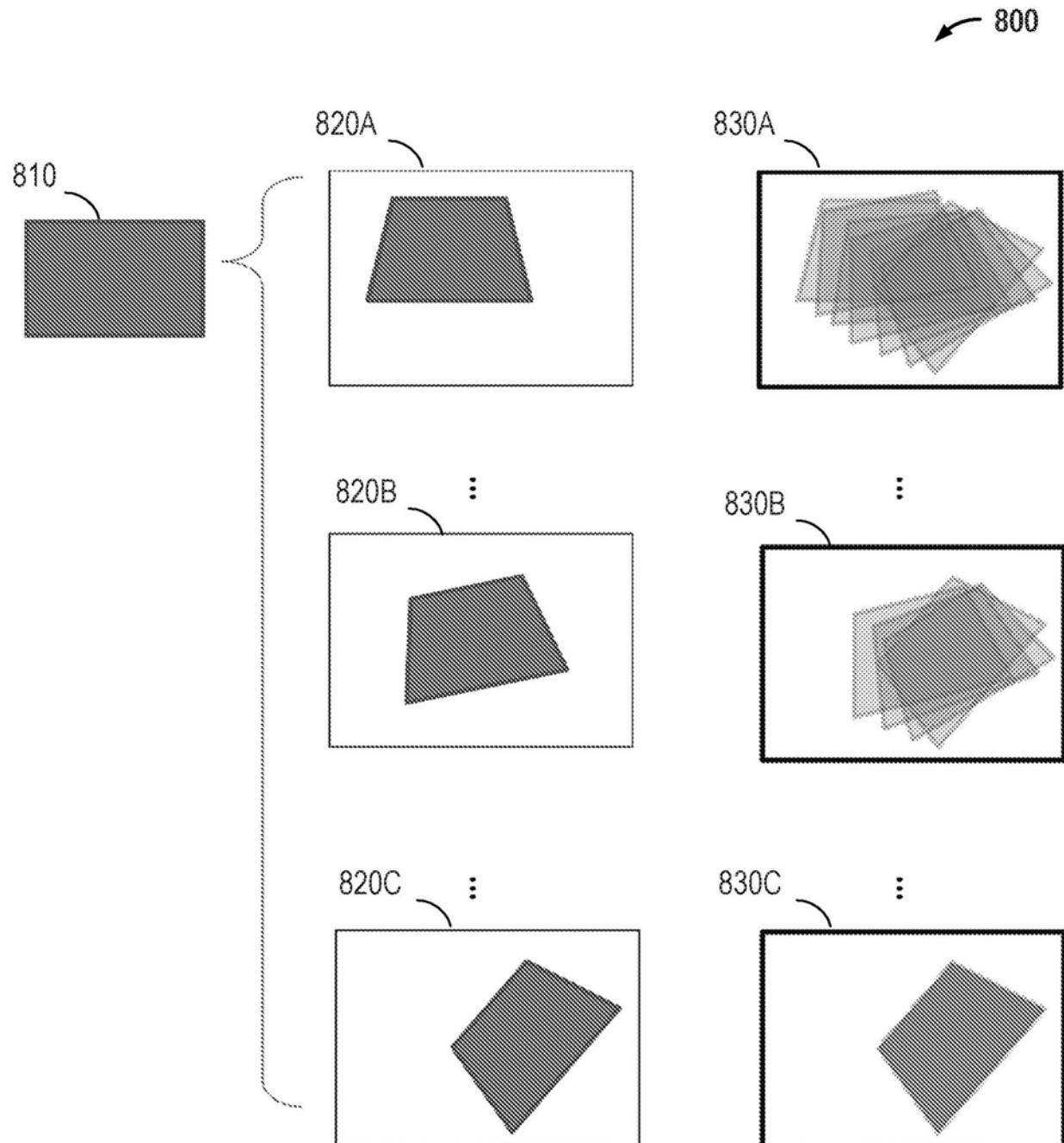


图8