



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105100547 B

(45)授权公告日 2019.10.18

(21)申请号 201510208889.7
 (22)申请日 2015.04.28
 (65)同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 105100547 A
 (43)申请公布日 2015.11.25
 (30)优先权数据
 10-2014-0055687 2014.05.09 KR
 10-2014-0077333 2014.06.24 KR
 (73)专利权人 三星电子株式会社
 地址 韩国京畿道水原市
 (72)发明人 金沅俊 徐成住 韩在濬 黄元俊
 (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 姜长星 王兆庚
 (51)Int.Cl.
 G06K 9/00(2006.01)

(56)对比文件
 CN 101999900 A,2011.04.06,
 US 2010/0158319 A1,2010.06.24,
 CN 101710383 A,2010.05.19,
 Xiaoyang Tan 等.Face Liveness
 Detection from a Single Image with Sparse
 Low Rank Bilinear Discriminative Model.
 《European Conference on Computer Vision》
 .2010,
 Xiaoyang Tan 等.Face Liveness
 Detection from a Single Image with Sparse
 Low Rank Bilinear Discriminative Model.
 《European Conference on Computer Vision》
 .2010,
 Buysens P, Revenu M.Label diffusion
 on graph for face identification.《Iapr
 International Conference on Biometrics》
 .2013,

审查员 张笑

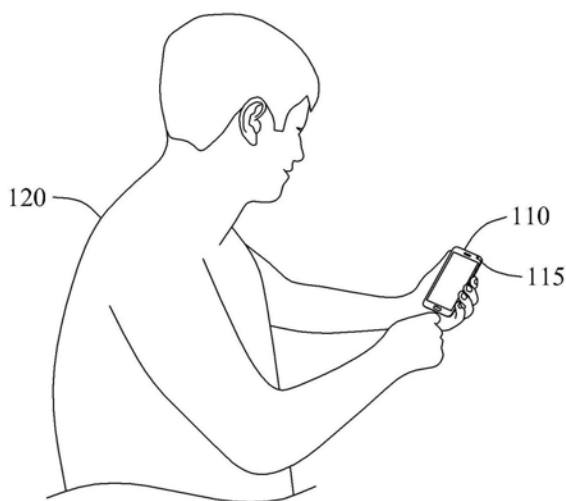
权利要求书5页 说明书20页 附图9页

(54)发明名称

活性测试方法和设备及图像处理方法和设备

(57)摘要

提供一种活性测试方法和设备及图像处理方法和设备。活性测试设备包括测试电路。测试电路被配置为基于包括在接收的输入图像中的对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示三维结构的特性,测试包括在接收的输入图像中的对象的活性。



1. 一种活性测试方法,包括:

接收输入图像;

基于包括在接收的输入图像中的对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示三维结构的特性,测试包括在接收的输入图像中的对象的活性,

其中,所述活性测试方法还包括:

基于和与对象的图像相应的多个像素的扩散速度相关的统计信息,确定对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示三维结构的特性,

其中,基于扩散之前的像素的原始值和扩散之后的像素的扩散值来计算每个像素的扩散速度。

2. 如权利要求1所述的活性测试方法,其中,包括在接收的输入图像中的对象的图像与面部相应。

3. 如权利要求1所述的活性测试方法,还包括:

基于与对象的图像相应的多个像素中所包括的光能量的分布,确定对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示三维结构的特性。

4. 如权利要求1所述的活性测试方法,还包括:

基于与对象的图像相应的多个像素中所包括的光能量的分布的均匀性的程度,确定对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示三维结构的特性。

5. 如权利要求1所述的活性测试方法,还包括:

基于扩散等式迭代地计算所述多个像素的值;

基于每次迭代计算之前的像素值和每次迭代计算之后的像素值之间的差,计算所述多个像素中的每个像素的扩散速度。

6. 如权利要求1所述的活性测试方法,其中,和扩散速度相关的统计信息包括以下项中的至少一项:

所述多个像素之中的扩散速度大于或等于阈值的像素的数量;

所述多个像素之中的扩散速度大于或等于阈值的像素的分布;

在基于所述多个像素的扩散速度提取的特定尺度区域中所包括的噪声分量的量;

所述多个像素的扩散速度的平均值;

所述多个像素的扩散速度的标准偏差;

基于所述多个像素的扩散速度的滤波器响应。

7. 如权利要求1所述的活性测试方法,还包括:

对接收的输入图像进行滤波以产生滤波的图像;

基于和像素值的改变相关的统计信息来确定对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示三维结构的特性,其中,所述像素值的改变是与接收的输入图像中的对象的图像相应的多个像素和与滤波的图像中的对象的图像相应的多个像素的值的改变。

8. 如权利要求7所述的活性测试方法,其中,所述滤波步骤包括:

将接收的输入图像进行扩散以产生扩散图像;

基于接收的输入图像中的每个像素的值与扩散图像中的像素的相应值之间的差,计算与对象的图像相应的多个像素中的每个像素的扩散速度,

其中,所述确定步骤基于计算的扩散速度确定对象的图像具有指示平面的特性还是具

有指示三维结构的特性。

9. 如权利要求1所述的活性测试方法,还包括以下步骤中的至少一个步骤:

当对象被确定为具有指示平面的特性时,输出与失败的测试相应的信号;

当对象被确定为具有指示三维结构的特性时,输出与成功的测试相应的信号。

10. 如权利要求1所述的活性测试方法,其中,输入图像是单个图像。

11. 一种活性测试方法,包括:

对包括对象的图像的接收的图像进行滤波以产生滤波的图像;

确定与接收的图像和滤波的图像中的对象的图像相应的多个像素的值的改变的幅度;

基于所述改变的幅度测试对象的活性,

其中,所述滤波步骤包括:将与接收的图像中的对象的图像相应的多个像素进行扩散以产生扩散图像,

其中,所述方法还包括:

基于与接收的图像和扩散图像中的对象的图像相应的多个像素的值,计算与对象的图像相应的像素的扩散速度,

其中,所述测试步骤基于计算的扩散速度测试对象的活性。

12. 如权利要求11所述的活性测试方法,其中,所述对象与面部相应。

13. 如权利要求11所述的活性测试方法,其中,所述扩散步骤包括:

基于扩散等式迭代地更新所述多个像素的值。

14. 如权利要求13所述的活性测试方法,其中,所述迭代地更新步骤通过将加性算子分裂方案应用于扩散等式来迭代地更新所述多个像素的值。

15. 如权利要求11所述的活性测试方法,其中,所述测试步骤包括:

基于扩散速度估计与对象相关的表面特性;

基于估计的表面特性测试对象的活性。

16. 如权利要求15所述的活性测试方法,其中,所述表面特性包括以下项中的至少一项:

对象的表面的光反射特性;

对象的表面的维数;

对象的表面的材质。

17. 如权利要求15所述的活性测试方法,其中,所述估计步骤包括:

基于扩散速度分析包括在对象的图像中的光能量的分布,以估计表面特性。

18. 如权利要求15所述的活性测试方法,还包括以下步骤中的至少一个步骤:

当估计的表面特性与显示面部的介质的表面特性相应时,输出与失败的测试相应的信号;

当估计的表面特性与实际面部的表面特性相应时,输出与成功的测试相应的信号。

19. 如权利要求11所述的活性测试方法,其中,所述测试步骤包括:

计算与扩散速度相关的统计信息;

基于计算的统计信息来测试对象的活性。

20. 如权利要求19所述的活性测试方法,其中,所述计算统计信息的步骤包括以下操作中的至少一个:

计算与对象的图像相应的多个像素之中的扩散速度大于或等于阈值的像素的数量；
计算与对象的图像相应的多个像素之中的扩散速度大于或等于阈值的像素的分布；
计算与对象的图像相应的多个像素的扩散速度的平均值和标准偏差中的至少一个；
计算基于与对象的图像相应的多个像素的扩散速度的滤波器响应。

21. 如权利要求19所述的活性测试方法,其中,所述计算统计信息的步骤包括:

基于扩散速度从接收的图像提取第一尺度区域;

提取第一尺度区域的特性,

其中,所述测试步骤基于提取的特性测试对象的活性。

22. 如权利要求21所述的活性测试方法,其中:

第一尺度区域的特性包括第一尺度区域中所包括的噪声分量的量;

基于第一尺度区域和将中值滤波应用于第一尺度区域的结果之间的差来计算噪声分量。

23. 如权利要求19所述的活性测试方法,还包括:

当统计信息对应于与显示面部的介质相关的统计信息时,输出与失败的测试相应的信号;

当统计信息对应于与实际面部相关的统计信息时,输出与成功的测试相应的信号。

24. 如权利要求11所述的活性测试方法,其中,所述计算扩散速度的步骤包括:

基于扩散之前的像素的原始值和扩散之后的像素的扩散值来计算每个像素的扩散速度。

25. 如权利要求24所述的活性测试方法,其中,随着原始值和扩散值之间的差增大,计算的像素的扩散速度增大,而随着原始值和扩散值之间的差减小,计算的像素的扩散速度减小。

26. 如权利要求11所述的活性测试方法,其中,输入图像与用户面部的单个图像相应。

27. 一种图像处理方法,包括:

接收包括光照分量和非光照分量的第一图像;

对包括在第一图像中的多个像素进行滤波以产生与光照分量相关的第二图像;

基于第一图像和第二图像,产生与非光照分量相关的第三图像;

将第一图像作为接收的输入图像,并使用如权利要求1至权利要求26中的任意一个所述的活性测试方法对第一图像执行活性测试。

28. 如权利要求27所述的图像处理方法,其中,第二图像是扩散图像,所述滤波步骤包括:

将包括在第一图像中的所述多个像素进行扩散以产生扩散图像。

29. 如权利要求27所述的图像处理方法,还包括:如果活性测试成功,则执行以下步骤中的至少一个步骤:

基于第三图像识别面部;

基于第三图像验证用户。

30. 如权利要求28所述的图像处理方法,其中,所述扩散步骤包括:

通过将加性算子分裂方案应用于扩散等式来迭代地更新所述多个像素的值。

31. 如权利要求27所述的图像处理方法,其中,第三图像是基于以下项中的至少一项产

生的：第一图像与第二图像的比率以及对数域中的第一图像和第二图像之差。

32. 如权利要求27所述的图像处理方法，其中，非光照分量包括在第一尺度区域中，光照分量包括在第二尺度区域中，其中，第一尺度区域不受光照改变影响，第二尺度区域对光照改变敏感。

33. 如权利要求28所述的图像处理方法，其中，与非光照分量相应的像素的扩散速度高于与光照分量相应的像素的扩散速度。

34. 如权利要求27所述的图像处理方法，其中，第一图像与面部的单个图像相应。

35. 一种活性测试设备，包括：

接收器电路，被配置为接收输入图像；

测试电路，被配置为基于包括在接收的输入图像中的对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示三维结构的特性，测试包括在接收的输入图像中的对象的活性，

其中，测试电路还被配置为：

将接收的输入图像进行扩散以产生扩散图像；

基于接收的输入图像中的每个像素的值与扩散图像中的像素的相应值之间的差，计算与对象的图像相应的多个像素中的每个像素的扩散速度；

基于计算的扩散速度确定对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示三维结构的特性。

36. 如权利要求35所述的活性测试设备，其中，所述对象与面部相应。

37. 如权利要求35所述的活性测试设备，其中，测试电路还被配置为：

对接收的输入图像进行滤波以产生滤波的图像；

基于和像素值的改变相关的统计信息来确定对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示三维结构的特性，其中，所述像素值的改变是与接收的输入图像中的对象的图像相应的多个像素和与滤波的图像中的对象的图像相应的多个像素的值的改变。

38. 一种图像信号处理器，包括：

图像处理设备；

活性测试设备，

其中，图像处理设备包括：

接收器电路，被配置为接收包括光照分量和非光照分量的第一图像；

滤波器电路，被配置为对包括在第一图像中的多个像素进行滤波以产生与光照分量相关的第二图像；

产生器电路，被配置为基于第一图像和第二图像，产生与非光照分量相关的第三图像，

其中，活性测试设备包括：

接收器电路，被配置为接收作为输入图像的第一图像；

测试电路，被配置为基于包括在接收的输入图像中的对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示三维结构的特性，测试包括在接收的输入图像中的对象的活性，

其中，测试电路还被配置为：

将接收的输入图像进行扩散以产生扩散图像；

基于接收的输入图像中的每个像素的值与扩散图像中的像素的相应值之间的差，计算与对象的图像相应的多个像素中的每个像素的扩散速度；

基于计算的扩散速度确定对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示三维结构的特性。

39. 如权利要求38所述的图像信号处理器,其中,第一图像与包括面部的单个图像相应。

40. 如权利要求38所述的图像信号处理器,其中,第二图像是扩散图像,滤波器电路被配置为:

将包括在第一图像中的所述多个像素进行扩散以产生扩散图像。

41. 如权利要求38所述的图像信号处理器,还包括:面部识别和/或用户验证电路,被配置为如果确定对象的图像具有指示三维结构的特性,则执行以下步骤中的至少一个步骤:

基于第三图像识别面部;

基于第三图像验证用户。

42. 如权利要求40所述的图像信号处理器,其中,滤波器电路被配置为:

通过将加性算子分裂方案应用于扩散等式来迭代地更新所述多个像素的值。

43. 如权利要求38所述的图像信号处理器,其中,第三图像是基于以下项中的至少一项产生的:第一图像与第二图像的比率以及对数域中的第一图像和第二图像之差。

44. 如权利要求38所述的图像信号处理器,其中,非光照分量包括在第一尺度区域中,光照分量包括在第二尺度区域中,其中,第一尺度区域不受光照改变影响,第二尺度区域对光照改变敏感。

45. 如权利要求40所述的图像信号处理器,其中,与非光照分量相应的像素的扩散速度高于与光照分量相应的像素的扩散速度。

活性测试方法和设备及图像处理方法和设备

[0001] 本申请要求于2014年5月9日在韩国知识产权局提交的第10-2014-0055687号韩国专利申请以及于2014年6月24日在韩国知识产权局提交的第10-2014-0077333号韩国专利申请的优先权,所述专利申请的全部内容通过引用合并于此。

技术领域

[0002] 一个或多个示例实施例涉及活性测试方法、活性测试设备、图像处理方法和图像处理设备和/或包括所述活性测试方法、活性测试设备、图像处理方法和图像处理设备的电子装置。

背景技术

[0003] 生物识别(biometric)技术可基于每个用户的独特生物特性识别人的身份。在传统的生物识别技术中,面部识别系统可基于用户的面部自然地识别用户,而无需用户与传感器(诸如指纹扫描仪等)接触。然而,传统的面部识别系统可能容易受到使用注册目标的面部的图片的假冒。

发明内容

[0004] 至少一个示例实施例提供一种活性测试方法,包括:基于包括在接收的输入图像中的对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示三维(3D)结构的特性,测试包括在接收的输入图像中的对象的活性。

[0005] 包括在接收的输入图像中的对象的图像可与面部相应。

[0006] 根据至少一些示例实施例,所述方法还可包括:基于与对象的图像相应的多个像素中所包括的光能量的分布,确定对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示3D结构的特性。

[0007] 根据至少一些示例实施例,所述方法还可包括:基于与对象的图像相应的多个像素中所包括的光能量的分布的均匀性的程度,确定对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示3D结构的特性。

[0008] 根据至少一些示例实施例,所述方法还可包括:基于和与对象的图像相应的多个像素的扩散速度相关的统计信息,确定对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示3D结构的特性。

[0009] 根据至少一些示例实施例,所述方法还可包括:基于扩散等式迭代地计算所述多个像素的值;基于每次迭代计算之前的像素值和每次迭代计算之后的像素值之间的差,计算所述多个像素中的每个像素的扩散速度。和扩散速度相关的统计信息可包括以下项中的至少一项:所述多个像素之中的扩散速度大于或等于阈值的像素的数量;扩散速度大于或等于阈值的像素的分布;在基于扩散速度的大小提取的第一尺度区域中所包括的噪声分量的量;扩散速度的平均值;扩散速度的标准偏差;基于扩散速度的滤波器响应。

[0010] 根据至少一些示例实施例,所述方法还可包括:对接收的输入图像进行滤波以产

生滤波的图像;基于和像素值的改变相关的统计信息来确定对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示3D结构的特性,其中,所述像素值的改变是与接收的输入图像中的对象的图像相应的多个像素和与滤波的图像中的对象的图像相应的多个像素的值的改变。

[0011] 所述滤波步骤可包括:将接收的输入图像进行扩散以产生扩散图像;基于接收的输入图像中的每个像素的值与扩散图像中的像素的相应值之间的差,计算与对象的图像相应的所述多个像素中的每个像素的扩散速度;其中,所述确定步骤基于计算的扩散速度确定对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示3D结构的特性。

[0012] 根据至少一些示例实施例,所述方法还可包括以下步骤中的至少一个步骤:当对象被确定为具有指示平面的特性时,输出与失败的测试相应的信号;当对象被确定为具有指示3D结构的特性时,输出与成功的测试相应的信号。

[0013] 例如,输入图像可以是包括面部的单个图像。

[0014] 至少一个其他示例实施例提供一种活性测试方法,包括:对包括对象的图像的接收的图像进行滤波以产生滤波的图像;确定与接收的图像和滤波的图像中的对象的图像相应的像素值的改变的幅度;基于所述改变的幅度测试对象的活性。

[0015] 所述滤波步骤可包括:将与接收的图像中的对象的图像相应的像素进行扩散以产生扩散图像,其中,所述方法还可包括:基于与接收的图像和扩散图像中的对象的图像相应的像素的值,计算与对象的图像相应的像素的扩散速度;其中,所述测试步骤基于计算的扩散速度测试对象的活性。

[0016] 根据至少一些示例实施例,所述扩散步骤还可包括:基于扩散等式迭代地更新像素的值。所述迭代地更新步骤可通过将加性算子分裂(AOS)方案应用于扩散等式来迭代地更新像素的值。

[0017] 根据至少一些示例实施例,所述测试步骤可包括:基于扩散速度估计与对象相关的表面特性;基于估计的表面特性测试对象的活性。

[0018] 所述表面特性可包括以下项中的至少一项:对象的表面的光反射特性;对象的表面的维数;对象的表面的材质。

[0019] 根据至少一些示例实施例,所述估计步骤可包括:基于扩散速度分析包括在对象的图像中的光能量的分布,以估计表面特性。

[0020] 根据至少一些示例实施例,所述方法还可包括以下步骤中的至少一个步骤:当估计的表面特性与显示面部的介质的表面特性相应时,输出与失败的测试相应的信号;当估计的表面特性与实际面部的表面特性相应时,输出与成功的测试相应的信号。

[0021] 根据至少一些示例实施例,所述测试步骤还可包括:计算与扩散速度相关的统计信息;基于计算的统计信息测试对象的活性。

[0022] 根据至少一些示例实施例,所述计算统计信息的步骤可包括以下操作中的至少一个:计算具有扩散速度之中的大于或等于阈值的扩散速度的像素的数量;计算具有扩散速度之中的大于或等于阈值的扩散速度的像素的分布;计算扩散速度的平均值和标准偏差中的至少一个;基于扩散速度计算滤波器响应。

[0023] 根据至少一些示例实施例,所述计算统计信息的步骤还可包括:基于扩散速度的大小从接收的图像提取第一尺度区域;提取第一尺度区域的特性;其中,所述测试步骤基于提取的特性测试对象的活性。

[0024] 第一尺度区域的特性可包括第一尺度区域中所包括的噪声分量的量,可基于第一尺度区域和将中值滤波应用于第一尺度区域的结果之间的差来计算噪声分量。

[0025] 根据至少一些示例实施例,所述方法还可包括:当统计信息对应于与显示面部的介质相关的统计信息时,输出与失败的测试相应的信号;当统计信息对应于与实际面部相关的统计信息时,输出与成功的测试相应的信号。

[0026] 根据至少一些示例实施例,所述计算扩散速度的步骤可包括:基于扩散之前的像素的原始值和扩散之后的像素的扩散值来计算每个像素的扩散速度。随着原始值和扩散值之间的差增大,计算的像素的扩散速度增大,而随着原始值和扩散值之间的差减小,计算的像素的扩散速度减小。

[0027] 至少一个其他示例实施例提供一种图像处理方法,包括:接收包括光照分量和非光照分量的第一图像;对包括在第一图像中的多个像素进行滤波以产生与光照分量相关的第二图像;基于第一图像和第二图像,产生与非光照分量相关的第三图像。

[0028] 第二图像可以是扩散图像,所述滤波步骤可包括:将包括在第一图像中的所述多个像素进行扩散以产生扩散图像。

[0029] 根据至少一些示例实施例,所述方法还可包括以下步骤中的至少一个步骤:基于第三图像识别面部;基于第三图像验证用户。

[0030] 所述扩散步骤可包括:通过将加性算子分裂(AOS)方案应用于扩散等式来迭代地更新所述多个像素的值。

[0031] 第三图像可以是基于以下项中的至少一项产生的:第一图像与第二图像的比率以及对数域中的第一图像和第二图像之差。

[0032] 非光照分量可包括在第一尺度区域中,光照分量可包括在第二尺度区域中,其中,第一尺度区域不受光照改变影响,第二尺度区域对光照改变敏感。

[0033] 与非光照分量相应的像素的扩散速度可高于与光照分量相应的像素的扩散速度。

[0034] 至少一个其他示例实施例提供一种包括程序的非暂时性计算机可读介质,当所述程序在计算机装置上执行时,使计算机装置执行包括以下步骤的活性测试方法:基于包括在接收的输入图像中的对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示三维(3D)结构的特性,测试包括在接收的输入图像中的对象的活性。

[0035] 至少一个其他示例实施例提供一种包括程序的非暂时性计算机可读介质,当所述程序在计算机装置上执行时,使计算机装置执行包括以下步骤的活性测试方法:对包括对象的图像的接收的图像进行滤波以产生滤波的图像;确定与接收的图像和滤波的图像中的对象的图像相应的像素值的改变的幅度;基于所述改变的幅度测试对象的活性。

[0036] 至少一个其他示例实施例提供一种包括程序的非暂时性计算机可读介质,当所述程序在计算机装置上执行时,使计算机装置执行包括以下步骤的图像处理方法:接收包括光照分量和非光照分量的第一图像;对包括在第一图像中的多个像素进行滤波以产生与光照分量相关的第二图像;基于第一图像和第二图像,产生与非光照分量相关的第三图像。

[0037] 至少一个其他示例实施例提供一种活性测试设备,包括:测试电路,被配置为基于包括在接收的输入图像中的对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示三维(3D)结构的特性,测试包括在接收的输入图像中的对象的活性。

[0038] 测试电路还可被配置为:对接收的输入图像进行滤波以产生滤波的图像;基于和

像素值的改变相关的统计信息来确定对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示三维结构的特性,其中,所述像素值的改变是与接收的输入图像中的对象的图像相应的多个像素和与滤波的图像中的对象的图像相应的多个像素的值的改变。

[0039] 测试电路还可被配置为:将接收的输入图像进行扩散以产生扩散图像;基于接收的输入图像中的每个像素的值与扩散图像中的像素的相应值之间的差,计算与对象的图像相应的所述多个像素中的每个像素的扩散速度;基于计算的扩散速度确定对象的图像具有指示平面的特性还是具有指示3D结构的特性。

[0040] 至少一个其他示例实施例提供一种图像处理设备,包括:接收器电路,被配置为接收包括光照分量和非光照分量的第一图像;滤波器电路,被配置为对包括在第一图像中的多个像素进行滤波以产生与光照分量相关的第二图像;产生器电路,被配置为基于第一图像和第二图像,产生与非光照分量相关的第三图像。

附图说明

[0041] 从附图中示出的示例实施例的以下描述,示例实施例将变得更加清楚并且更加容易理解,在附图中:

[0042] 图1A和图1B示出根据示例实施例的活性测试;

[0043] 图2示出根据示例实施例的活性测试的原理;

[0044] 图3示出根据示例实施例的活性测试设备;

[0045] 图4示出根据示例实施例的扩散处理;

[0046] 图5示出根据示例实施例的示例小尺度区域(SR)图;

[0047] 图6示出根据示例实施例的活性测试设备;

[0048] 图7示出示例输入图像和根据示例实施例处理的示例图像;

[0049] 图8示出根据示例实施例的作为光照改变的结果的输入图像的示例改变;

[0050] 图9示出根据示例实施例的图像处理设备;

[0051] 图10示出根据示例实施例的活性测试方法;

[0052] 图11示出根据示例实施例的图像处理方法;

[0053] 图12示出根据另一示例实施例的图像处理和认证/验证方法;

[0054] 图13是示出根据示例实施例的电子系统的框图。

具体实施方式

[0055] 现在将参照附图更全面地描述各种示例实施例,在附图中示出一些示例实施例。

[0056] 在此公开详细的说明性实施例。然而,在此公开的具体的结构和功能细节只是代表描述示例实施例的目的。然而,示例实施例可以以多种替代形式来实施,并且不应被解释为仅受限于在此阐述的实施例。

[0057] 因此,尽管示例实施例能够具有各种修改和替代形式,但是实施例在附图中通过示例的方式被示出并且将在此被详细描述。然而,应理解的是,不意在将示例实施例限制到所公开的具体形式。相反,示例实施例应涵盖落入本公开的范围内的所有修改、等同和替代形式。贯穿附图的描述,相同的标号表示相同的元件。

[0058] 虽然术语“第一”、“第二”等可在此用于描述各种元件,但是这些元件不应受这些

术语限制。这些术语仅用于将一个元件与另一元件区分开来。例如,在不脱离本公开的范围的情况下,第一元件可被命名为第二元件,类似地,第二元件可被命名为第一元件。如在此使用的,术语“和/或”包括关联列出的项中的一个或更多个的任何组合和所有组合。

[0059] 当元件被称为“连接”或“耦接”到另一元件时,该元件可直接连接或耦接到该另一元件,或者可存在中间元件。相反,当元件被称为“直接连接”或“直接耦接”到另一元件时,不存在中间元件。用于描述元件之间的关系的其他词语应以相似的方式来解释(例如,“在…之间”对“直接在…之间”、“相邻”对“直接相邻”等)。

[0060] 在此使用的术语仅是出于描述具体实施例的目的,不意在限制。如在此使用的,单数形式也意在包括复数形式,除非上下文另外明确地指示。还将理解的是,当术语“包括”和/或“包含”在此使用时,这些术语指定所陈述的特征、整体、步骤、操作、元件和/或组件的存在,但是不排除存在或添加一个或更多个其他特征、整体、步骤、操作、元件、组件和/或它们的群组。

[0061] 还应注意,在一些替代实施方式中,所描述的功能/动作可不按附图中示出的顺序发生。例如,根据所涉及的功能/动作,连续示出的两个附图实际上基本上可被同时执行,或者有时可按相反的顺序被执行。

[0062] 在以下描述中提供具体细节以提供对示例实施例的彻底理解。然而,本领域的普通技术人员将理解的是,示例实施例可在没有这些具体细节的情况下被实施。例如,系统可以以框图形式示出,以不会在不必要细节上模糊示例实施例。在其他情况下,可在没有不必要细节的情况下示出公知的处理、结构和技术,以避免模糊示例实施例。

[0063] 在以下描述中,将参照可实现为程序模块或功能处理并且可使用例如现有电子装置(诸如智能电话、个人数字助理、膝上型计算机或平板计算机等)的现有硬件来实现的操作(例如,以流程图、流程示图、数据流图、结构图、框图等的形式)的行为和符号表示来描述示例实施例,其中,程序模块或功能处理包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等。这样的现有硬件可包括一个或更多个中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、图像处理器、片上系统(SOC)装置、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路、现场可编程门阵列(FPGA)计算机等。

[0064] 虽然流程图可将操作描述为按顺序处理,但是许多操作可并行执行,并发执行或同时执行。另外,操作的顺序可重新排列。当其操作完成时,处理可终止,但是处理还可具有未包括在附图中的其他步骤。处理可与方法、功能、过程、子例程、子程序等对应。当处理与功能对应时,处理的终止可与功能返回到调用功能或主功能对应。

[0065] 现在将详细参考附图中示出的示例实施例,其中,相同的参考标号始终表示相同的元件。下面描述示例实施例以通过参照附图解释本公开。下面描述的一个或更多个示例实施例可适用于各种领域,例如,智能电话、膝上型计算机或平板计算机、智能电视(TV)、智能家用系统、智能汽车、监视系统等。例如,一个或更多个示例实施例可用于测试输入图像的活性(liveness)和/或认证用户以登录到智能电话或其他装置。另外,一个或更多个示例实施例可用于测试输入图像的活性和/或认证用户以允许控制和/或监视公共区域和/或安全区域。

[0066] 根据示例实施例的活性测试

[0067] 图1A和图1B示出根据示例实施例的活性测试。

[0068] 根据至少一些示例实施例,活性测试表示测试(或确定)包括在输入图像中的对象是否与真实三维对象相应的方法。在一个示例中,活性测试可验证包括在输入图像中的面部与真实三维(3D)对象(例如,实际面部)相应还是与对象的伪二维(2D)表示(例如,面部的图片)相应,或包括在输入图像中的面部从真实3D对象(例如,实际面部)获得还是从对象的伪二维(2D)表示(例如,面部的图片)获得。通过活性测试,可有效地拒绝对使用伪造和/或篡改的图片验证另一面部的尝试。

[0069] 参照图1A和图1B,根据至少一个示例实施例,活性测试设备110接收包括用户120的面部的输入图像,并测试包括在接收的输入图像中的面部的活性。在一个示例中,活性测试设备110可以是移动装置(或者可包括在移动装置中),例如,移动电话、智能电话、个人数字助理(PDA)、平板计算机、膝上型计算机等。在另一示例中,活性测试设备110可以是计算装置(或可包括在计算装置中),例如,个人计算机(PC)、电子产品(诸如TV、用于门控的安全装置)等。活性测试设备110可从拍摄用户120的面部的图像传感器115接收输入图像。图像传感器115还可以是活性测试设备110的部分。

[0070] 在一个示例中,如图1A中所示,通过拍摄用户120的实际面部产生输入图像。在该示例中,活性测试设备110确定包括在输入图像中的面部与真实(或活的)三维对象相应,并输出指示包括在输入图像中的面部与真实三维对象相应的信号。也就是,例如,活性测试设备110测试包括在输入图像中的面部是否与真实(或活的)三维对象相应,并且由于输入图像中的面部的确与真实(或活的)三维对象相应,因此输出指示测试成功的信号。

[0071] 在另一示例中,如图1B中所示,通过拍摄显示在显示介质125上的面部而非用户120的实际面部来产生输入图像。至少根据此示例,显示介质125表示二维地显示对象(例如,面部)的介质。显示介质125可包括(例如)印有用户面部的一页纸(例如,照片)、显示用户面部的电子装置等。在一个示例场景中,用户120可通过将显示在显示介质125上的面部导向图像传感器115来尝试利用另一用户的帐户登录电子装置(例如,智能电话等)。在图1B中,利用间断线标记显示在显示介质125上的面部,以指示显示在显示介质125上的面部被导向图像传感器115,而非用户120被导向图像传感器115。在该示例中,活性测试设备110确定包括在输入图像中的面部与对象的伪二维表示相应,并输出指示包括在输入图像中的面部与对象的伪二维表示相应的信号。也就是,例如,活性测试设备110测试包括在输入图像中的面部是否与真实(或活的)三维对象相应,并且由于输入图像中的面部不与真实(或活的)三维对象相应,而与对象的伪二维表示相应,输出指示测试失败的信号。在一些情况下,术语“伪对象”可用于表示对象的伪二维表示。

[0072] 活性测试设备110可从输入图像检测面部区域。在该示例中,活性测试方法和设备可适用于从输入图像检测到的面部区域。

[0073] 图2示出根据示例实施例的活性测试的原理。

[0074] 至少根据该示例实施例的活性测试设备基于对象具有平面(二维)的一个或更多个特性还是具有三维(3D)结构的一个或更多个特性来测试包括在输入图像中的对象的活性。

[0075] 参照图2,活性测试设备区分显示在介质210上的面部211和用户的实际面部220。显示在介质210上的面部211与二维(2D)平面相应。当输入图像是通过拍摄显示在介质210上的面部211而产生的时,包括在输入图像中的对象具有平面的一个或更多个特性。由于介

质210的表面与2D平面相应,因此入射到显示在介质210上的面部211上的光215更均匀地被介质210的表面反射。因此,光能量更均匀地分布在包括在输入图像中的对象上。即使介质210弯曲,弯曲显示的表面也可仍然与2D平面相应,并具有2D平面的特性。

[0076] 相反地,用户的实际面部220是3D结构。当输入图像是通过拍摄用户的实际面部220而产生的时,包括在输入图像中的对象具有3D结构的特性。由于用户的实际面部220与具有各种3D曲线和形状的3D结构相应,因此入射到用户的实际面部220的光225较不均匀地(或非均匀地)被用户的实际面部220的表面反射。因此,光能量较不均匀地(或非均匀地)分布在包括在输入图像中的对象上。

[0077] 根据至少一个示例实施例,活性测试设备基于对象中的光能量的分布来测试包括在输入图像中的对象的活性。在一个示例中,活性测试设备分析包括在输入图像的对象中的光能量的分布,以确定包括在输入图像中的对象具有2D平面的特性还是具有3D结构的特性。

[0078] 仍然参照图2,在一个示例中,可通过拍摄显示在介质210上的面部211来产生输入图像。在这种情况下,活性测试设备分析包括在输入图像的面部中的光能量的分布,并确定输入图像的面部具有平面的一个或更多个特性。然后,活性测试设备确定输入图像的面部与伪对象相应,并输出指示输入图像的面部与伪对象相应(例如,指示测试失败)的信号。

[0079] 在另一示例中,可通过拍摄用户的实际面部220产生输入图像。在这种情况下,活性测试设备分析包括在输入图像的面部中的光能量的分布,并确定输入图像的面部具有3D结构的一个或更多个特性。然后,活性测试设备确定输入图像的面部与真实3D对象相应,并输出指示输入图像的面部与真实3D对象相应(例如,指示测试成功)的信号。

[0080] 根据至少一些示例实施例,活性测试设备可基于在输入图像中的对象中包括的光能量的分布的均匀性的程度来确定包括在输入图像中的对象的活性。再次参照图2,在一个示例中,由于入射到显示在介质210上的面部211的光215被基本均匀地反射,因此包括在输入图像的面部中的光能量基本均匀地分布。当包括在输入图像的面部中的光能量的分布的均匀性的程度大于或等于均匀性的给定(或可选地,期望或预定)阈值程度时,活性测试设备确定输入图像的面部具有2D平面的一个或更多个特性。在这种情况下,活性测试设备确定输入图像的面部与伪对象相应,并输出指示输入图像的面部与伪对象相应(例如,指示测试失败)的信号。

[0081] 在关于图2的另一示例中,由于入射到用户的实际面部220上的光225被较不均匀地(或非均匀地)反射,因此包括在输入图像的面部中的光能量具有较不均匀(或非均匀)的光分布。当包括在输入图像的面部中的光能量的分布的均匀性的程度小于均匀性的给定阈值程度时,活性测试设备确定输入图像的面部具有3D结构的一个或更多个特性。在这种情况下,活性测试设备确定输入图像的面部与真实3D对象相应,并输出指示输入图像的面部与真实3D对象相应(例如,指示测试成功)的信号。

[0082] 在一个示例中,均匀性的阈值程度可以是与这样的情况相应的值,在该情况下,包括在图像部分中的大约50%或更多数量的像素与面部区域(例如,更普遍地,与面部区域相应的部分由边框指示的区域)相应。

[0083] 活性测试设备可基于单个输入图像测试对象的活性。单个输入图像可与单个图片、单个图像、单帧的静止图像等相应。活性测试设备可通过确定包括在单个输入图像中的

对象具有2D平面的一个或更多个特性还是具有3D结构的一个或更多个特性来测试包括在单个输入图像中的对象的活性。更详细地,例如,活性测试设备可通过计算包括在对象中的光能量的分布的均匀性的程度来测试包括在单个输入图像中的对象的活性。

[0084] 图3示出根据示例实施例的活性测试设备310。

[0085] 参照图3,活性测试设备310包括接收器311和测试器312。

[0086] 在示例操作中,接收器311接收输入图像。接收器311可接收由图像传感器(未示出)产生的输入图像。接收器311可使用线缆、无线地或通过网络连接到图像传感器。可选地,接收器311可从存储装置(诸如主存储器、高速缓冲存储器、硬盘驱动器(HDD)、固态驱动器(SSD)、闪存装置、网络驱动器等)接收输入图像。

[0087] 测试器312测试包括在输入图像中的对象的活性。如上讨论的,测试器312可通过确定对象具有2D平面的一个或更多个特性还是具有3D结构的一个或更多个特性来测试对象的活性。在一个示例中,成功的测试是对象被确定为具有3D结构的一个或更多个特性的测试,而失败的测试是对象被确定为具有2D平面的一个或更多个特性的测试。更详细地,例如,测试器312可通过分析包括在输入图像的对象中的光能量的分布来测试对象的活性。在更具体的示例中,测试器312可通过计算包括在输入图像的对象中的光能量的分布的均匀性的程度并将输入图像的对象中的光能量的分布的均匀性的程度与阈值进行比较来测试对象的活性。如果确定的均匀性的程度大于或等于阈值,则输入图像中的对象被确定为与2D平面相应(是从2D平面获得的)。另一方面,如果确定的均匀性的程度小于或等于阈值,则输入图像中的对象被确定为与3D结构相应(是从3D结构获得的)。

[0088] 根据至少一些示例实施例,测试器312可对与包括在输入图像中的对象相应的多个像素进行滤波以分析在与包括在输入图像中的对象相应的多个像素中包括的光能量的分布。在一个示例中,测试器312可使用扩散处理对多个像素进行滤波。在该示例中,测试器312可将与包括在输入图像中的对象相应的多个像素进行扩散以分析在与包括在输入图像中的对象相应的多个像素中包括的光能量的分布。下面将参照图4更详细地描述示例扩散处理。

[0089] 虽然可针对扩散处理详细地讨论示例实施例,但是应理解的是,可结合示例实施例使用任何适当的滤波处理。在一个示例中,示例实施例可利用双边滤波。因为双边滤波通常是公知的,所以省略详细描述。此外,可结合在此讨论的示例实施例使用与扩散和双边滤波相似或基本相似的方式保持边缘区域并模糊非边缘区域的任何适当的滤波。

[0090] 图4示出根据示例实施例的扩散处理。

[0091] 根据至少一些示例实施例,活性测试设备可将与包括在输入图像中的对象相应的多个像素进行扩散。活性测试设备可使用扩散等式迭代地更新这多个像素的值。在一个示例中,活性测试设备可根据下面示出的等式1将与包括在输入图像中的对象相应的多个像素进行扩散。

[0092] [等式1]

$$[0093] \quad u^{k+1} = u^k + \text{div}(d(|\nabla u^k|)\nabla u^k)$$

[0094] 在等式1中,k表示迭代计数, u^k 表示第k次迭代之后像素的值, u^{k+1} 表示第(k+1)次迭代之后像素的值。输入图像中的像素的值被表示为 u^0 。

[0095] 仍然参照等式1, ∇ 表示梯度算子, $\text{div}()$ 表示发散函数, $d()$ 表示扩散函数。

[0096] 扩散函数 $d()$ 可以是给定(或可选地,期望或预定)的函数。在一个示例中,扩散函数可如下面的等式2所示定义。

[0097] [等式2]

$$[0098] \quad d(|\nabla u|) = 1/(|\nabla u| + \beta)$$

[0099] 在等式2中, β 表示相对小的正数(例如,微小的值,诸如大约 10^{-6})。当使用如以上等式2所示定义的扩散函数时,可在扩散处理期间相对好地保持对象的边界。当扩散函数如等式2所示是像素梯度 ∇u 的函数时,扩散等式是非线性扩散等式。

[0100] 活性测试设备可应用加性算子分裂(AOS)方案以求解等式1,活性测试设备可根据下面示出的等式3将与包括在输入图像中的对象相应的多个像素进行扩散。

[0101] [等式3]

$$[0102] \quad u^{k+1} = \frac{1}{2}((I - 2\tau A_x(u^k))^{-1} + (I - 2\tau A_y(u^k))^{-1})u^k$$

[0103] 在等式3中, I 表示输入图像中的像素的值, A_x 表示水平扩散矩阵, A_y 表示垂直扩散矩阵, τ 表示时间步进。最终迭代计数 L 和时间步进 τ 可以是给定的(或者可选地,是期望或预定的)。通常,当时间步进 τ 被设置为相对小并且最终迭代计数 L 被设置为相对大时,表示最终扩散的像素的值的 u^L 的可靠性可增加。

[0104] 根据至少一些示例实施例,活性测试设备可使用用于求解等式1的AOS方案来减小最终迭代计数 L 。当使用AOS方案时,虽然使用给定大小的时间步进 τ ,但是作为最终扩散的像素的值的 u^L 的可靠性可足够高。活性测试设备可使用用于求解扩散等式的AOS方案来提高扩散处理的操作的效率。活性测试设备可使用相对小量的处理器和/或存储资源执行扩散处理。

[0105] 活性测试设备可使用用于求解扩散等式的AOS方案有效地保持输入图像的纹理。即使在相对低的亮度和背光环境下,活性测试设备也可有效地保持输入图像的原始纹理。

[0106] 参照图4,图像410与输入图像相应,图像420与中间扩散图像相应,图像430与最终扩散图像相应。在该示例中,最终迭代计数 L 被设置为“20”。图像420在包括在输入图像中的像素的值基于等式3被迭代地更新五次之后被获取。图像430在包括在输入图像中的像素的值基于等式3被迭代地更新20次之后被获取。

[0107] 至少根据该示例实施例,活性测试设备可利用扩散速度确定包括在输入图像中的对象具有平面的一个或更多个特性还是具有3D结构的一个或更多个特性。扩散速度表示每个像素值被扩散的速度。扩散速度可如以下等式4所示定义。

[0108] [等式4]

$$[0109] \quad s(x, y) = |u^L(x, y) - u^0(x, y)|$$

[0110] 在等式4中, $s(x, y)$ 表示坐标 (x, y) 处的像素的扩散速度, $u^0(x, y)$ 表示输入图像中的坐标 (x, y) 处的像素的值, $u^L(x, y)$ 表示最终扩散图像中的坐标 (x, y) 处的像素的值。如等式4所示,随着扩散之前的像素值和扩散之后的像素值之间的差增大,计算的扩散速度也增大,而当扩散之前的像素值和扩散之后的像素值之间的差减小时,计算的扩散速度减小。

[0111] 更广泛地,活性测试设备可基于上述讨论的滤波处理的 L 次迭代之后图像中的像

素值的改变的幅度来确定包括在输入图像中的对象具有平面的一个或更多个特性还是具有3D结构的一个或更多个特性。

[0112] 面部图像可被划分成小尺度区域 (small-scale region) 和大尺度区域 (large-scale region)。小尺度区域可表示存在特征点或特征线的区域。在一个示例中,小尺度区域可包括面部的眼睛、眉毛、鼻子和嘴。大尺度区域可表示相对大的部分被面部的皮肤占据的区域。在一个示例中,大尺度区域可包括面部的额头和脸颊。

[0113] 属于小尺度区域的像素的扩散速度可大于属于大尺度区域的像素的扩散速度。返回参照图4中示出的示例,与图像410中的眼镜框相应的像素411不同于与皮肤相应的邻近像素,因此,像素411的值可由于扩散的结果充分地(例如,相对显著地)改变。图像410中的像素411的值可由于扩散被更新为图像430中的像素431的值。相反,与图像410中的脸颊相应的像素412与邻近像素相似,因此,像素412的值由于扩散与像素411的值相比可改变得较小(例如,相对轻微地改变)。图像410中的像素412的值可由于扩散的结果被更新为图像430中的像素432的值。

[0114] 扩散速度的差还可由图像中的光能量的分布引起。当图像中的光能量更均匀地分布时,可计算出相对小的扩散速度。此外,当光能量更均匀地分布时,相邻像素具有相似像素值的概率可能会更高(例如,相对高)。相反,当图像中的光能量较不均匀地(或非均匀地)分布时,可观察到相对高的扩散速度。此外,当光能量较不均匀地(或非均匀地)分布时,相邻像素具有不同像素值的概率可能会相对高。

[0115] 根据至少一些示例实施例,活性测试设备可基于与扩散速度相关的统计信息来计算图像中的光能量的分布的均匀性的程度。活性测试设备可基于与扩散速度相关的统计信息来测试图像中的对象的活性。为了计算与扩散速度相关的统计信息,活性测试设备可根据下面示出的等式5从图像提取小尺度区域。

[0116] [等式5]

$$[0117] \quad SR(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{如果 } s(x, y) > \mu + \sigma \\ 0, & \text{否则} \end{cases}$$

[0118] 在等式5中,SR(x,y)是指示坐标(x,y)处的像素是否属于小尺度区域的指示符。在该示例中,当SR(x,y)的值与“1”相应时,坐标(x,y)处的像素属于小尺度区域,而当SR(x,y)的值与“0”相应时,坐标(x,y)处的像素不属于小尺度区域。

[0119] 可基于坐标(x,y)处的像素的扩散速度确定SR(x,y)的值。例如,当扩散速度s(x,y)大于给定(或可选地,期望或预定)阈值时,SR(x,y)的值被确定为“1”。否则,SR(x,y)的值被确定为“0”。阈值可基于整个图像的平均值 μ 和整个图像的标准偏差 σ 来设置。整个图像的平均值 μ 可与包括在整个图像中的像素的扩散速度的平均值相应,整个图像的标准偏差 σ 可与包括在整个图像中的像素的扩散速度的标准偏差相应。

[0120] 下文中,坐标(x,y)处的像素的值与SR(x,y)相应的图像将被称为小尺度区域(SR)图。由于包括在SR图中的每个像素可具有值“0”或“1”,因此SR图还可被称为二值图。SR图可在各种光照环境下有效地表示面部的底层结构。

[0121] 图5示出根据示例实施例的两个示例SR图。

[0122] 参照图5,如图所示,当拍摄显示用户面部的介质时获取的SR图510不同于当拍摄同一用户的实际面部时获取的SR图520。在SR图510和SR图520中,用黑色标记的部分与满足

SR(x, y) = 1的像素相应, 而用白色标记的部分与满足SR(x, y) = 0的像素相应。在该示例中, 在SR图510和SR图520中, 黑色部分具有相对快的扩散速度, 白色部分具有相对慢的扩散速度。

[0123] 根据至少一个示例实施例, 活性测试设备可通过分析SR图来测试图像中的面部的活性。例如, 活性测试设备可通过从SR图提取各种特征来测试图像中的面部的活性。

[0124] 当拍摄用户的实际面部时, 由于用户的实际面部上的曲线, 可发生各种光反射。

[0125] 当图像中的光能量较不均匀地(或非均匀地)分布时, 可在SR图中包括相对大量的具有像素值“1”的像素。在该示例中, 活性测试设备可基于下面示出的等式6确定图像中的面部的活性。

[0126] [等式6]

$$[0127] \quad Fake = \begin{cases} 1, & \text{如果 } \sum_{(x,y)} N(SR(x,y)=1) < \xi \\ 0, & \text{否则} \end{cases}$$

[0128] 在等式6中, $N(SR(x,y)=1)$ 表示满足SR(x, y) = 1的像素的数量, ξ 表示阈值, ξ 可以是给定的、期望的或者可选地预设的。当满足 $\sum_{(x,y)} N(SR(x,y)=1) < \xi$ 时, 活性测试设备可确定图像中的面部与伪对象相应。

[0129] 在另一示例中, 当图像中的光能量较不均匀地(非均匀地)分布时, 可在SR图中包括相对大量的噪声分量。在这种情况下, 活性测试设备可基于下面示出的等式7确定图像中的面部的活性。

[0130] [等式7]

$$[0131] \quad Fake = \begin{cases} 1, & \text{如果 } \sum_{(x,y)} |SR(x,y) - SR_M(x,y)| < \xi \\ 0, & \text{否则} \end{cases}$$

[0132] 在等式7中, $SR_M(x,y)$ 表示通过将中值滤波应用于SR图所获取的图像中的坐标(x, y)处的像素的值, ξ 表示阈值, ξ 可以是给定的、期望的或者可选地预设的。基于SR图和将中值滤波应用于SR图的结果之间的差来计算噪声分量。随着噪声分量的量增大, 具有SR(x, y)的值与 $SR_M(x,y)$ 的值的差的像素的量增大。在该示例中, 当满足 $\sum_{(x,y)} |SR(x,y) - SR_M(x,y)| < \xi$ 时, 图像中的面部被确定为伪对象。

[0133] 等式6和7仅作为示例被提供。活性测试设备可根据基于各种扩散速度的统计信息来测试图像中的对象的活性。在一个示例中, 活性测试设备可使用扩散速度大于或等于给定、期望或可选地预定阈值的像素的分布。

[0134] 更详细地, 活性测试设备可基于下面示出的等式8确定图像中的面部的活性。

[0135] [等式8]

$$[0136] \quad Live = \begin{cases} 1, & \text{如果 } \sum_{(x,y)} N(SR(x,y)=1) \geq \xi \\ 0, & \text{否则} \end{cases}$$

[0137] 当满足 $\sum_{(x,y)} N(SR(x,y)=1) \geq \xi$ 时, 活性测试设备可确定图像中的面部与真实3D对

象相应。

[0138] 在另一示例中,活性测试设备可基于下面示出的等式9确定图像中的面部的活性。

[0139] [等式9]

$$[0140] \quad Live = \begin{cases} 1, & \text{如果 } \sum_{(x,y)} |SR(x,y) - SR_M(x,y)| \geq \xi \\ 0, & \text{否则} \end{cases}$$

[0141] 在该示例中,当满足 $\sum_{(x,y)} |SR(x,y) - SR_M(x,y)| \geq \xi$ 时,图像中的面部被确定为真实3D对象。

[0142] 活性测试设备还可使用基于扩散速度的统计信息,而不使用SR图。在该示例中,活性测试设备可使用所有像素的扩散速度的各个值、所有像素的扩散速度的平均值和所有像素的扩散速度的标准偏差。活性测试设备还可使用基于扩散速度的滤波器响应。活性测试设备可使用将中值滤波应用于所有像素的扩散速度的结果。

[0143] 根据至少一些示例实施例,活性测试设备可根据基于扩散速度的统计信息提取各种特征,并对提取的特征进行学习。在学习阶段,活性测试设备可从各种训练图像计算基于扩散速度的统计信息,并能够使分类器对从统计信息提取的特征进行学习。训练图像可包括真实3D对象的图像和伪2D对象的图像。

[0144] 简单结构的分类器可获得矢量之间的距离(例如,欧氏距离)或与阈值的相似度(例如,归一化相关性),并比较矢量之间的距离或与阈值的相似度。神经网络、贝叶斯分类器、支持向量机(SVM)或自适应增强(AdaBoost)学习分类器可用作更精密的分类器。

[0145] 活性测试设备可从输入图像计算基于扩散速度的统计信息,并使用给定、期望或可选地预定方法从统计信息提取特征。所述方法可与在学习阶段使用的方法相应。活性测试设备可将提取的特征和学习的参数输入到分类器中,以测试包括在输入图像中的对象的活性。基于提取的特征和学习的参数,分类器可输出指示包括在输入图像中的对象与真实对象相应还是与伪对象相应的信号。

[0146] 图6示出根据示例实施例的活性测试设备600。

[0147] 参照图6,活性测试设备600包括接收器611、扩散器612和测试器613。接收器611可与图3中示出的接收器311相应。

[0148] 在示例操作中,接收器611接收输入图像,并将输入图像输出到扩散器612和测试器613。

[0149] 虽然元件612被称为扩散器,并且将针对扩散操作描述图6中示出的示例实施例,但是元件612可更普遍地被称为滤波器或滤波电路612。此外,如期望的,可使用任何适合的滤波操作。

[0150] 扩散器612通过基于扩散等式迭代地更新与包括在输入图像中的对象相应的多个像素的值,将与包括在输入图像中的对象相应的多个像素进行扩散。在一个示例中,扩散器612可使用以上讨论的等式1将与包括在输入图像中的对象相应的多个像素进行扩散。

[0151] 扩散器612可通过将AOS方案应用于扩散等式迭代地更新与包括在输入图像中的对象相应的多个像素的值。在一个示例中,扩散器612可使用以上讨论的等式3将与包括在输入图像中的对象相应的多个像素进行扩散。扩散器612可输出在多个像素被扩散时产生

的扩散图像。

[0152] 仍然参照图6,测试器613基于多个像素的扩散速度测试包括在输入图像中的对象的活性。在一个示例中,测试器613可通过基于扩散速度估计与对象相关的表面特性来测试对象的活性。表面特性表示与对象的表面相关的特性,并可包括例如对象的表面的光反射特性、对象的表面的维数和/或对象的表面的材质。

[0153] 测试器613可分析包括在输入图像中的光能量的分布,以估计与包括在输入图像中的对象相关的表面特性。在一个示例中,测试器613可分析包括在输入图像中的光能量的分布,以确定包括在输入图像中的对象具有显示面部的介质(例如,2D平面)的表面特性(一个或多个特性)还是具有用户的实际面部(例如,3D结构)的表面特性(一个或多个特性)。

[0154] 当包括在输入图像中的对象被确定为具有显示面部的介质(例如,2D平面)的表面特性时,测试器613可输出与失败的测试相应的信号。也就是,例如,当测试器613确定包括在输入图像中的对象具有显示面部的介质(例如,2D平面)的表面特性时,测试器613可输出指示测试失败的信号。当包括在输入图像中的对象被确定为具有用户的实际面部(例如,3D结构)的表面特性时,测试器613可输出与成功的测试相应的信号。也就是,例如,当测试器613确定包括在输入图像中的对象具有用户的实际面部(例如,3D结构)的表面特性时,测试器613可输出指示测试成功的信号。

[0155] 在另一示例中,测试器613可通过计算与扩散速度相关的统计信息来测试对象的活性。如以上讨论的,2D对象和3D对象具有不同的光反射特性。2D对象和3D对象之间的不同的光反射特性可基于扩散速度被建模。

[0156] 在该示例中,测试器613可基于来自接收器611的输入图像和来自扩散器612的扩散图像来计算扩散速度。在一个示例中,测试器613可使用以上讨论的等式4计算每个像素的扩散速度。为了计算与扩散速度相关的统计信息,测试器613可使用等式5提取小尺度区域。提取的小尺度区域可被表示为SR图。然后,测试器613可使用等式6、7、8或9确定包括在输入图像中的对象的活性。

[0157] 测试器613可根据基于各种扩散速度的统计信息来测试包括在输入图像中的对象的活性。测试器613可使用扩散速度大于或等于给定、期望或可选地预定阈值的像素的分布。测试器613还可使用基于扩散速度的统计信息,而不使用SR图。

[0158] 当计算的统计信息对应于与显示面部的介质相关的统计信息时,测试器613可输出与失败的测试相应的信号。当计算的统计信息对应于与用户的实际面部相关的统计信息时,测试器613可输出与成功的测试相应的信号。也就是,例如,当计算的统计信息指示显示面部的介质时,测试器613可输出指示测试失败的信号,而当计算的统计信息指示用户的实际面部时,测试器613可输出指示测试成功的信号。

[0159] 活性测试设备600可基于单个输入图像测试对象的活性。单个输入图像可与单个图片、单个图像或单帧的静止图像相应。

[0160] 根据示例实施例的图像处理

[0161] 图7是示出根据示例实施例的图像处理的流程图。图8示出根据示例实施例的根据光照的输入图像的示例改变。

[0162] 参照图7,输入图像710包括用户的面部。包括在输入图像710中的用户的面部受光

照影响(例如,显著地或充分地受光照影响)。例如,参照图8,虽然拍摄同一用户的面部,但是可根据光照产生不同的图像。当输入图像易受光照改变影响时,面部识别和/或用户验证的可靠性可减小(例如,显著减小或充分减小),和/或计算复杂度可增加(例如,充分增加或显著增加)。

[0163] 根据一个或更多个示例实施例的图像处理方法和/或设备可产生不易受输入图像的光照改变影响(例如,不受输入图像的光照改变影响)的图像。当获得输入图像时,根据一个或更多个示例实施例的图像处理方法和/或设备还可产生基本上不受对象上的光照影响的图像。一个或更多个示例实施例可提供可产生不易受光照改变影响(例如,不受光照改变影响)的图像的技术,从而提高面部识别和/或用户验证的可靠性,和/或降低面部识别和/或用户验证的计算复杂度。

[0164] 仍然参照图7,输入图像710包括光照分量715和非光照分量。在该示例中,光照分量715表示构成像素值的分量之中的受外部光照影响(例如,基本上受外部光照影响)的分量。非光照分量表示构成像素值的分量之中的基本上不受外部光照影响的分量。图像处理设备可将光照分量715从输入图像710分离,以产生不易受光照改变影响(例如,不受光照改变影响)的图像。

[0165] 图像处理设备可从输入图像检测面部区域。在该示例中,示例实施例可应用于从输入图像检测到的面部区域。下文中,术语“面部图像”表示包括面部的输入图像或从输入图像提取的面部区域。

[0166] 面部图像可基于光照分量和非光照分量来表示。面部图像可以基于朗伯模型(Lambertian model),如下面等式10所示。

[0167] [等式10]

[0168] $I = w \cdot v$

[0169] 在等式10中,I表示面部图像,w表示光照分量,v表示非光照分量。针对图7中示出的示例,I对应于输入图像710,w对应于与光照分量相关的图像720,v对应于与非光照分量相关的图像730。

[0170] 与光照分量相关的图像720可包括光照分量715,而非光照分量相关的图像730可不包括光照分量715。因此,与非光照分量相关的图像730可以是不易受光照改变影响(例如,不受光照改变影响)的图像。与非光照分量相关的图像730还可被称为规范图像(canonical image)。

[0171] 光照分量715可具有被分布在图像的大尺度区域中的相对高的概率。因此,与光照分量相关的图像720可以是与大尺度区域相应的图像。光照分量715可具有被分布在小尺度区域中的相对低的概率。因此,与非光照分量相关的图像730可以是与小尺度区域相应的图像。

[0172] 图像处理设备可基于输入图像710产生与非光照分量相关的图像730。在一个示例中,图像处理设备可接收输入图像710,并基于输入图像710产生与光照分量相关的图像720。图像处理设备可使用以上示出的等式10,基于输入图像710和与光照分量相关的图像720来计算与非光照分量相关的图像730。

[0173] 根据至少一个示例实施例,图像处理设备可将输入图像710进行扩散以产生与光照分量相关的图像720。属于小尺度区域的像素的扩散速度可大于属于大尺度区域的像素

的扩散速度。图像处理设备可基于扩散速度的差异将小尺度区域和大尺度区域分离开来。图像处理设备可将包括在输入图像710中的多个像素扩散与给定、期望或可选地预定迭代计数(例如,大约20)相应的次数,以产生与对应于大尺度区域的光照分量相关的图像720。

[0174] 根据至少一个示例实施例,图像处理设备可使用扩散等式迭代地更新多个像素的值。在一个示例中,图像处理设备可使用下面示出的等式11将与包括在输入图像710中的面部相应的多个像素进行扩散。

[0175] [等式11]

$$[0176] \quad u^{k+1} = u^k + \text{div}(d(|\nabla u^k|)\nabla u^k)$$

[0177] 在等式11中,k表示迭代计数, u^k 表示第k次迭代之后像素的值, u^{k+1} 表示第(k+1)次迭代之后像素的值, u^k 与 $u^k(x,y)$ 相应, $u^k(x,y)$ 是第k次扩散之后图像中的坐标(x,y)处的像素的值。值 u^{k+1} 与 $u^{k+1}(x,y)$ 相应, $u^{k+1}(x,y)$ 是第(k+1)次扩散之后图像中的坐标(x,y)处的像素的值。在该示例中, u^0 表示输入图像710中的像素的值。当最终迭代计数与“L”相应时, u^L 表示与光照分量相关的图像720中的像素的值。

[0178] 如之前, ∇ 表示梯度算子, $\text{div}()$ 表示发散函数, $d()$ 表示扩散函数。扩散函数可以是给定、期望或可选地预定的。在一个示例中,图像处理设备可如下面等式12所示定义扩散函数。

[0179] [等式12]

$$[0180] \quad d(|\nabla u|) = 1/(|\nabla u| + \beta)$$

[0181] 在等式12中, β 表示小的正数。当使用等式12中定义的扩散函数时,可在扩散处理期间相对好地保持面部的边界。当扩散函数如等式12中所示与像素梯度 ∇u 的函数相应时,扩散等式是非线性的。这里,由于扩散产生的图像被称为扩散图像。当扩散函数是非线性的时,由于扩散产生的图像被称为非线性扩散图像。

[0182] 等式12被提供作为扩散函数的示例,然而,示例实施例可利用其他扩散函数。例如,可基于输入图像选择多个候选扩散函数之一。

[0183] 此外,虽然针对扩散函数讨论示例实施例,但是还可使用其他滤波函数,如以上提到的。

[0184] 根据至少一些示例实施例,图像处理设备可应用AOS方案来求解等式11。在一个示例中,图像处理设备可使用下面示出的等式13将与包括在输入图像710中的面部相应的多个像素进行扩散。

[0185] [等式13]

$$[0186] \quad u^{k+1} = \frac{1}{2}((I - 2\tau A_x(u^k))^{-1} + (I - 2\tau A_y(u^k))^{-1})u^k$$

[0187] 在等式13中,I表示输入图像710中的像素的值, A_x 表示水平扩散矩阵, A_y 表示垂直扩散矩阵, τ 表示时间步进。最终迭代计数L和时间步进 τ 可以是给定、期望或可选地预定的。通常,当时间步进 τ 被设置为相对小并且最终迭代计数L被设置为相对大时,表示最终扩散像素的值的 u^L 的可靠性可增加。

[0188] 使用AOS方案来求解等式11可使图像处理设备能够减小最终迭代计数L。当使用AOS方案时,虽然使用给定、期望或可选地预定大小的时间步进 τ ,但是最终扩散像素 u^L 的可

靠性可充分高。根据一个或更多个示例实施例的图像处理设备可使用AOS方案求解扩散等式来提高扩散处理的操作的效率。

[0189] 图像处理设备可基于输入图像710和与光照分量相关的图像720来产生与非光照分量相关的图像730。在一个示例中,图像处理设备可使用等式14或15产生与非光照分量相关的图像730。由于等式10中的“w”与 u^L 相应,因此可从等式10导出等式14和15。

[0190] [等式14]

[0191] $v = I/u^L$

[0192] [等式15]

[0193] $\log v = \log I - \log u^L$

[0194] 在等式14和15中,I表示面部图像,并可与例如输入图像710相应。面部图像I还可与 u^0 相应。最终扩散像素 u^L 表示大尺度区域,并可对应于例如与光照分量相关的图像720。仍然参照等式14和15,v表示小尺度区域,并可对应于例如与非光照分量相关的图像730。

[0195] 图9示出根据示例实施例的图像处理设备910。此外,图9示出了面部识别和/或用户验证电路920,稍后将对此进行更详细的讨论。

[0196] 参照图9,图像处理设备910包括:接收器911;扩散器912;以及产生器913。

[0197] 如图6,虽然图9中的元件912被称为扩散器并且图9中示出的示例实施例将针对扩散操作进行描述,但是元件912可更普遍地被称为滤波器或滤波器电路912。此外,如以上提到的,滤波器912可利用任何适合的滤波操作,而不是这里讨论的扩散处理。

[0198] 在示例操作中,接收器911可接收输入图像。在更具体的示例中,接收器911可接收由图像传感器(未示出)产生的输入图像。接收器911可使用线缆、无线地或通过网络连接到图像传感器。可选地,接收器911可从存储装置(诸如主存储器、高速缓冲存储器、硬盘驱动器(HDD)、固态驱动器(SSD)、闪存装置、网络驱动器等)接收输入图像。

[0199] 扩散器912可将与包括在输入图像中的对象相应的多个像素进行扩散。在一个示例中,对象可与用户的面部相应。扩散器912可基于扩散等式迭代地更新与包括在输入图像中的对象相应的多个像素的值。在一个示例中,扩散器912可根据等式11将与包括在输入图像中的对象相应的多个像素进行扩散。

[0200] 扩散器912可通过将AOS方案应用于扩散等式来迭代地更新与包括在输入图像中的对象相应的多个像素的值。在一个示例中,扩散器912可使用等式13将与包括在输入图像中的对象相应的多个像素进行扩散。扩散器912可输出在多个像素被扩散时产生的扩散图像。扩散图像可对应于与光照分量相关的图像(例如,图7中的720)。

[0201] 仍然参照图9,产生器913可基于输入图像和扩散图像产生输出图像。产生器913可使用等式14或15产生输出图像。输出图像可对应于与非光照分量相关的图像(例如,图7中的730)。产生器913可将输出图像输出到面部识别和/或用户验证电路920。面部识别和/或用户验证电路920可执行任何公知的面部识别和/或用户验证电路920操作,稍后将对此进行一些细节讨论。可选地,产生器913可将输出图像输出到存储器(未示出)。

[0202] 根据至少一些示例实施例,图像处理设备910可基于单个输入图像产生输出图像。单个输入图像可与单个图片、单个图像或单帧的静止图像相应。

[0203] 仍然参照图9,在一个示例中,面部识别和/或用户验证电路920可基于来自产生器913的输出图像来识别包括在输入图像中的面部。输出图像可对应于与非光照分量相关并

且不易受光照改变影响(例如,不受光照改变影响)的图像。面部识别和/或用户验证电路920可基于不易受光照改变影响(例如,不受光照改变影响)的图像来识别包括在输入图像中的面部。因此,面部识别的精确度和/或可靠性可提高。当使用不易受光照改变影响(例如,不受光照改变影响)的图像时,在相对低的亮度环境中,对齐操作的性能可提高。

[0204] 在另一示例中,面部识别和/或用户验证电路920可基于来自产生器913的输出图像验证用户。图像处理设备910可通过基于输出图像识别用户的面部来验证用户。输出图像可对应于与非光照分量相关并且不易受光照改变(例如,不受光照改变影响)的图像。图像处理设备910可基于不易受光照改变(例如,不受光照改变影响)的图像来验证用户。因此,用户验证的精确度和/或可靠性可提高。

[0205] 根据示例实施例的流程图

[0206] 图10是示出根据示例实施例的活性测试方法的流程图。在一些情况下,将针对图3和图6中示出的活性测试设备来讨论图10中示出的流程图。

[0207] 参照图10,在操作1010,活性测试设备接收输入图像。在操作1020,活性测试设备测试包括在接收的输入图像中的对象的活性。

[0208] 针对图3中示出的活性测试设备310,例如,在操作1010,接收器311接收输入图像,在操作1020,测试器312测试包括在接收的输入图像中的对象的活性。测试器312可基于输入图像中的对象具有平面的一个或更多个特性还是具有3D结构的一个或更多个特性来测试在接收器311接收的输入图像中所包括的对象的活性。以上针对图3讨论了由测试器312执行的操作的细节,因此,这里不重复详细讨论。

[0209] 针对图6中示出的活性测试设备600,例如,在操作1010,接收器611接收输入图像。在操作1020,扩散器612将与在接收器611接收的输入图像中所包括的对象相应的多个像素进行扩散,测试器613基于多个像素的扩散速度测试对象的活性。以上针对图6讨论了由扩散器612和测试器613执行的操作的细节,因此,这里不重复详细讨论。

[0210] 图11是示出根据示例实施例的图像处理方法的流程图。出于示例目的,将针对图9中示出的图像处理设备讨论图11中示出的图像处理方法。

[0211] 参照图11,在操作1110,图像处理设备接收第一图像。在操作1120,图像处理设备产生第二图像,在操作1130,图像处理设备产生第三图像。

[0212] 第一图像可对应于输入图像(例如,图7中的710),第二图像可对应于与光照分量相关的图像(例如,图7中的720),第三图像可对应于与非光照分量相关的图像(例如,图7中的730)。

[0213] 更详细地,针对图9和图11,例如,在操作1110,接收器911接收第一图像(输入图像)。

[0214] 在操作1120,扩散器912基于第一图像(输入图像)产生第二图像。在该示例中,第二图像是与光照分量相关的图像(例如,图7中的720)。

[0215] 在操作1130,产生器基于第一图像(输入图像)和由扩散器912产生的第二图像产生第三图像(输出图像)。在这种情况下,第三图像(输出图像)是与非光照分量相关的图像(例如,图7中的730)。以上针对图9讨论了由扩散器912和产生器913执行的操作的细节,因此,这里不重复详细讨论。

[0216] 更普遍地,参照图1A至图9提供的描述可适用于图10和图11的操作,因此,为了简

明而省略更详细的描述。

[0217] 图12示出根据另一示例实施例的图像处理方法。

[0218] 图12中示出的示例实施例将图10的活性测试方法与图11的图像处理方法组合。出于示例目的,将针对图9中示出的图像处理设备描述图12中示出的方法。以上针对例如图3、图6、图9、图10和图11提供了针对图12描述的操作的细节,因此,这里不重复详细讨论。

[0219] 参照图12,在操作1210,图像处理设备910的接收器911接收第一图像。第一图像可与包括用户面部的输入图像相应。接收器911将第一图像输出到扩散器912和产生器913。

[0220] 在操作1220,扩散器912基于在接收器911接收的第一图像产生第二图像。扩散器912通过将来自接收器911的第一图像进行扩散来产生第二图像。第二图像可以是与光照分量相关的图像。

[0221] 在操作1240,产生器913基于第一图像和第二图像计算每个像素的扩散速度。可基于第二图像中的像素值与第一图像中的相应像素值之间的差来计算每个像素的扩散速度。

[0222] 在操作1250,产生器913基于扩散速度提取统计信息。例如,产生器913计算扩散速度大于给定、期望或可选地预定阈值的像素的数量。

[0223] 在操作1270,产生器913根据基于扩散速度的统计信息执行活性测试。在一个示例中,产生器913基于扩散速度大于阈值的像素的数量来确定输入图像是否与真实3D对象相应。

[0224] 如果产生器913确定输入图像不与真实3D对象相应(活性测试失败),则在操作1260,面部识别和/或用户验证电路920不执行面部识别和/或用户验证,处理终止。

[0225] 返回到操作1270,如果产生器913确定输入图像与真实3D对象相应(活性测试成功),则执行面部识别和/或用户验证。在该示例中,可产生不易受光照改变影响(例如,不受光照改变影响)的图像,以在面部识别和/或用户验证操作中使用。

[0226] 仍然参照图12,在操作1230,产生器913基于第一图像和第二图像产生第三图像。在一个示例中,产生器913基于如以上针对等式14讨论的第一图像与第二图像的比率或者如以上针对等式15讨论的在对数域中第一图像和第二图像之差来计算第三图像。第三图像可以是与非光照分量相关并且不受光照改变影响的图像。

[0227] 在操作1260,面部识别和/或用户验证电路920基于第三图像执行面部识别和/或用户验证。在图12示出的示例实施例中,仅当输入图像与真实3D对象相应(活性测试成功)时,面部识别和/或用户验证电路920在操作1260执行面部识别和/或用户验证。在该示例中,可基于与不易受光照改变影响(例如,不受光照改变影响)的图像相应的第三图像执行面部识别和/或用户验证。

[0228] 参照图1A至图11提供的描述的细节可适用于图12的操作,因此,为了简明而省略重复描述。

[0229] 图13是示出根据示例实施例的电子系统的框图。

[0230] 参照图13,电子系统包括例如:图像传感器1300、图像信号处理器(ISP) 1302、显示器1304和存储器1308。图像传感器1300、ISP 1302、显示器1304和存储器1308通过总线1306相互通信。

[0231] 图像传感器1300可以是以上针对图1A和图1B描述的图像传感器115。图像传感器1300被配置为以任何公知的方式(例如,通过将光图像转换成电信号)来捕获图像(还被称

为图像数据)。图像被输出到ISP 1302。

[0232] ISP 1302可包括以上针对图1A至图12讨论的设备中的一个或多个设备,和/或可执行以上针对图1A至图12讨论的方法中的一种或更多种方法。ISP 1302还可包括面部识别和/或用户验证电路920,以执行以上针对图1A至图12讨论的面部识别和/或用户验证操作。在更具体的示例中,ISP 1302可包括图3中示出的活性测试设备310、图6中示出的活性测试设备610、图9中示出的图像处理设备910和/或图9中示出的面部识别和/或用户验证电路920。存储器1308可存储由图像传感器1300捕获的图像和/或由活性测试设备和/或图像处理设备产生的图像。存储器1308可以是任何适合的易失性或非易失性存储器。显示器1304可显示由图像传感器1300捕获的图像和/或由活性测试设备和/或图像处理设备产生的图像。

[0233] ISP 1302还可被配置为执行程序并控制电子系统。将由ISP 1302执行的程序代码可被存储在存储器1308中。

[0234] 图13中示出的电子系统可通过输入/输出装置(未示出)连接到外部装置(例如,个人计算机或网络),并可与外部装置交换数据。

[0235] 图13中示出的电子系统可实现各种电子系统,包括:移动装置,诸如移动电话、智能电话、个人数字助理(PDA)、平板计算机、膝上型计算机等;计算装置,诸如个人计算机(PC)、平板PC、笔记本;或电子产品,诸如电视(TV)或智能TV、用于门控的安全装置等。

[0236] 这里描述的一个或多个示例实施例(例如,活性测试设备、图像处理设备、电子系统等)可使用硬件组件和软件组件来实现。例如,硬件组件可包括麦克风、放大器、带通滤波器、音频至数字转换器和处理装置。处理装置可使用一个或多个专用计算机(诸如处理器、控制器和算术逻辑单元、专用集成电路、片上系统装置、数字信号处理器、微型计算机、现场可编程阵列、可编程逻辑单元、微处理器或能够以限定的方式响应和执行指令的任何其他装置)来实现。处理装置可运行操作系统(OS)以及在OS上运行的一个或多个软件应用。处理装置还可响应于软件的执行而访问、存储、操纵、处理和创建数据。出于简洁的目的,对处理装置的描述用作单数;然而,本领域的技术人员将认识到,处理装置可包括多个处理元件和多种类型的处理元件。例如,处理装置可包括多个处理器或包括一个处理器和一个控制器。另外,不同的处理配置是可行的,诸如并行处理器。

[0237] 此外,示例实施例可通过硬件、软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言或它们的任何组合来实现。当实现为软件、固件、中间件或微代码时,用于执行必需任务的程序代码或代码段可被存储在机器或计算机可读介质(诸如计算机可读存储介质)中。当实现为软件时,处理器将执行必需任务。

[0238] 代码段可表示过程、功能、子程序、程序、例程、子例程、模块、软件包、类或指令、数据结构或程序语句的任何组合。代码段可通过传递和/或接收信息、数据、自变量、参数或存储内容而连结到另一代码段或硬件电路。信息、自变量、参数、数据等可通过包括存储器共享、消息传递、令牌传递、网络发送等的任何适合的手段被传递、转发或发送。

[0239] 软件可包括计算机程序、代码段、指令或它们的一些组合,以独立地或共同地指示或配置处理装置按照期望进行操作。软件和数据可被永久地或暂时地实现在任何类型的机器、组件、物理或虚拟设备、计算机存储介质或装置或者能够将指令或数据提供给处理装置或被处理装置阐释的传播信号波中。软件还可分布在联网的计算机系统中,从而以分布方

式存储和执行软件。软件和数据可通过一个或多个非暂时性计算机可读记录介质来存储。

[0240] 这里描述的示例实施例可被记录在非暂时性计算机可读介质中,非暂时性计算机可读介质包括用于实现由计算机实施的各种操作的程序指令。介质还可包括单独的程序指令、数据文件、数据结构等或它们的组合。记录在介质上的程序指令可以是出于这里实施的目的被专门设计和构造的程序指令,或者它们可以是公知的和对计算机软件领域的技术人员可用的。非暂时性计算机可读介质的示例包括:磁介质,诸如硬盘、软盘和磁带;光学介质,诸如CD ROM盘和DVD;磁光介质,诸如光盘;和被专门配置为存储和执行程序指令的硬件装置,诸如只读存储器 (ROM)、随机存取存储器 (RAM)、闪存等。程序指令的示例包括诸如由编译器产生的机器代码和包含可由计算机使用注释器执行的更高级代码的文件二者。上面描述的装置可被配置为用作一个或多个软件模块以执行上述示例实施例的操作,或者,反之亦然。

[0241] 以上已经描述了一些示例。然而,应理解,可进行各种修改。例如,如果所描述的技术按不同顺序执行和/或如果所描述的系统、架构、装置或电路中的组件以不同方式组合和/或被其他组件或其等同物替代或补充,则可实现适合的结果。因此,其他实施方式在权利要求的范围内。

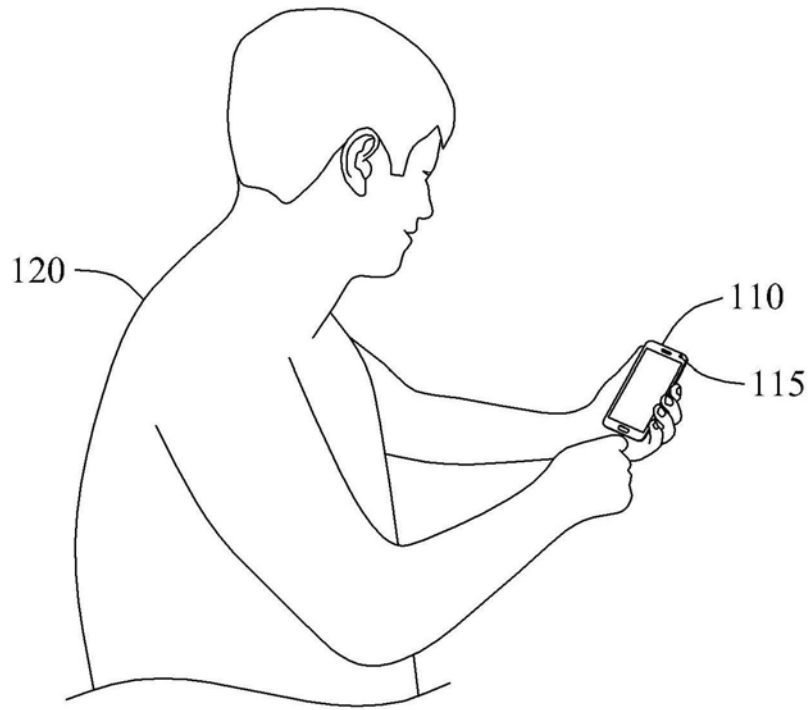


图1A

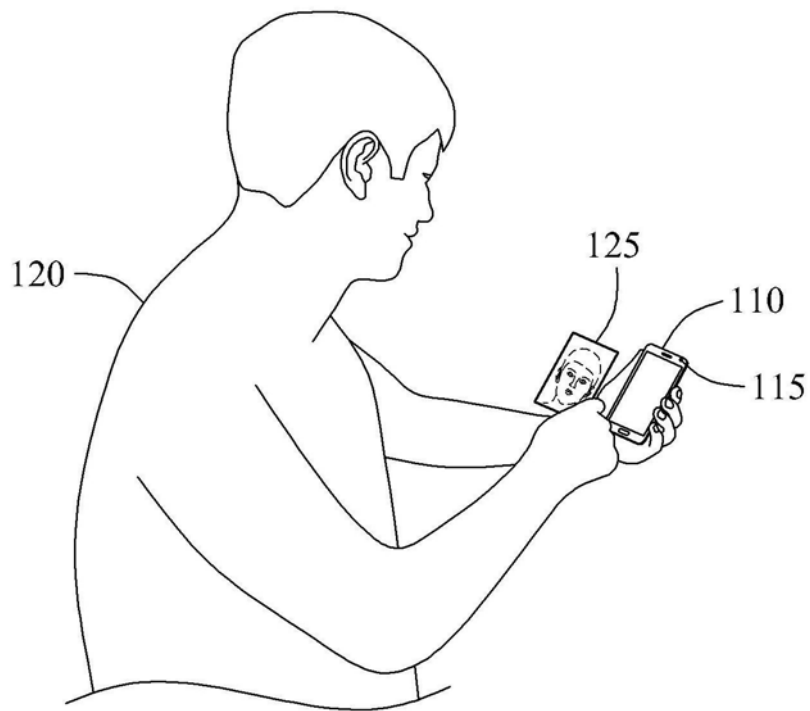


图1B

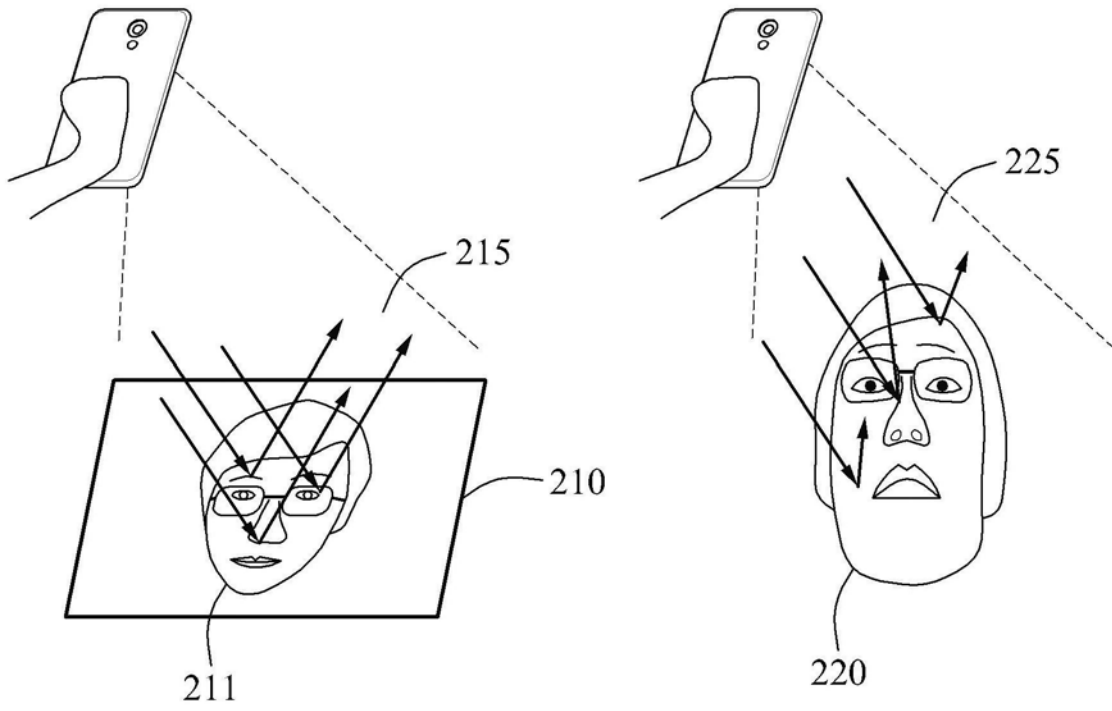


图2

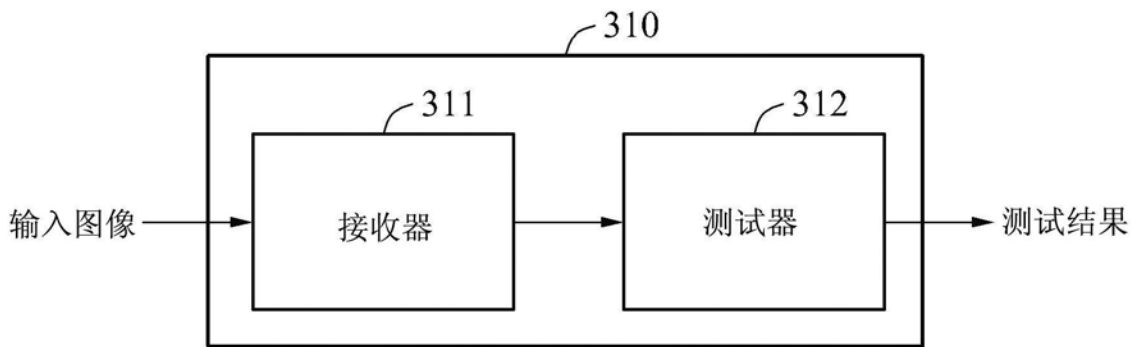


图3

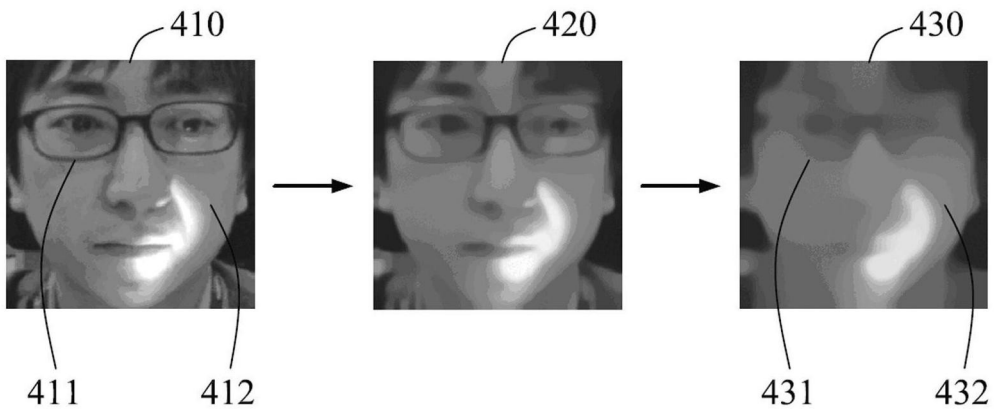


图4

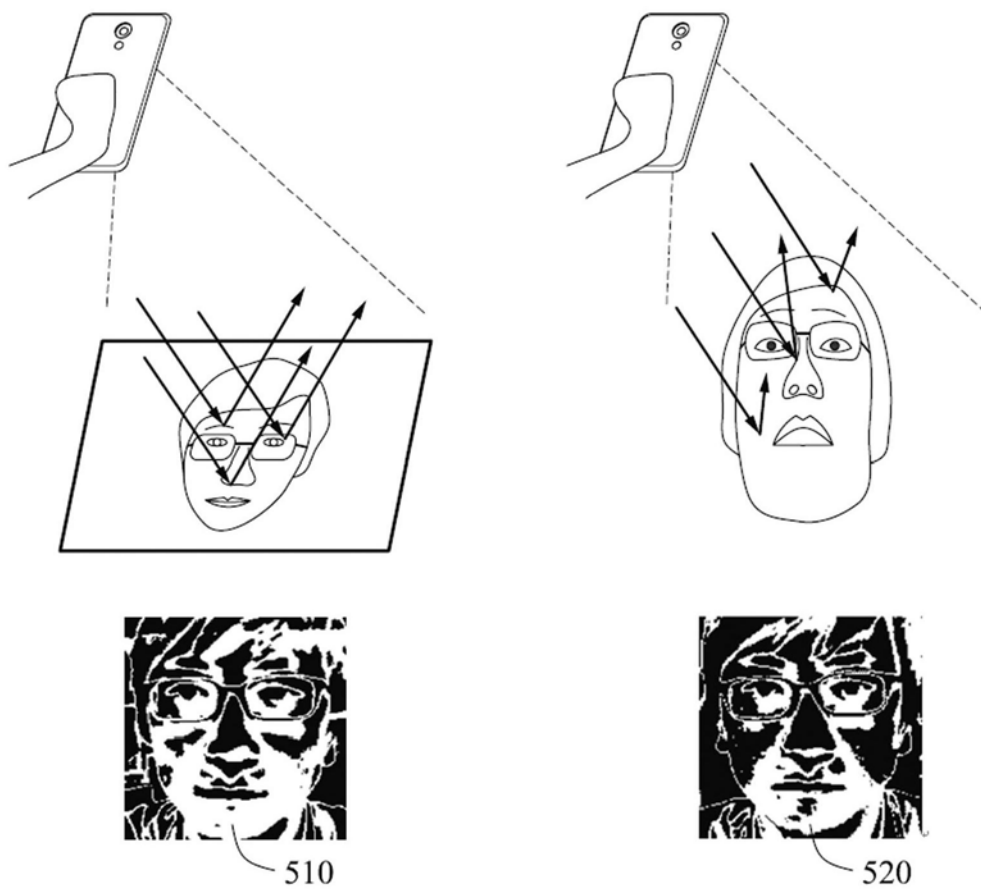


图5

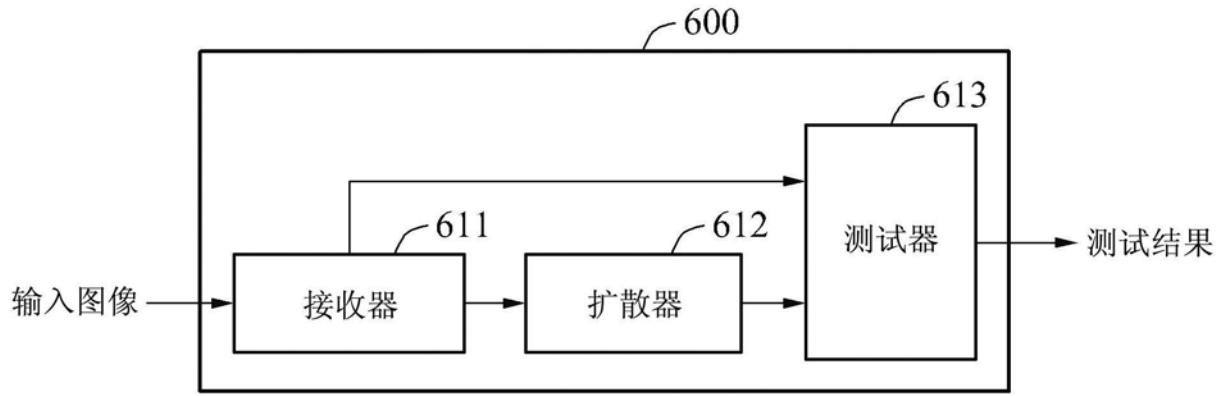


图6

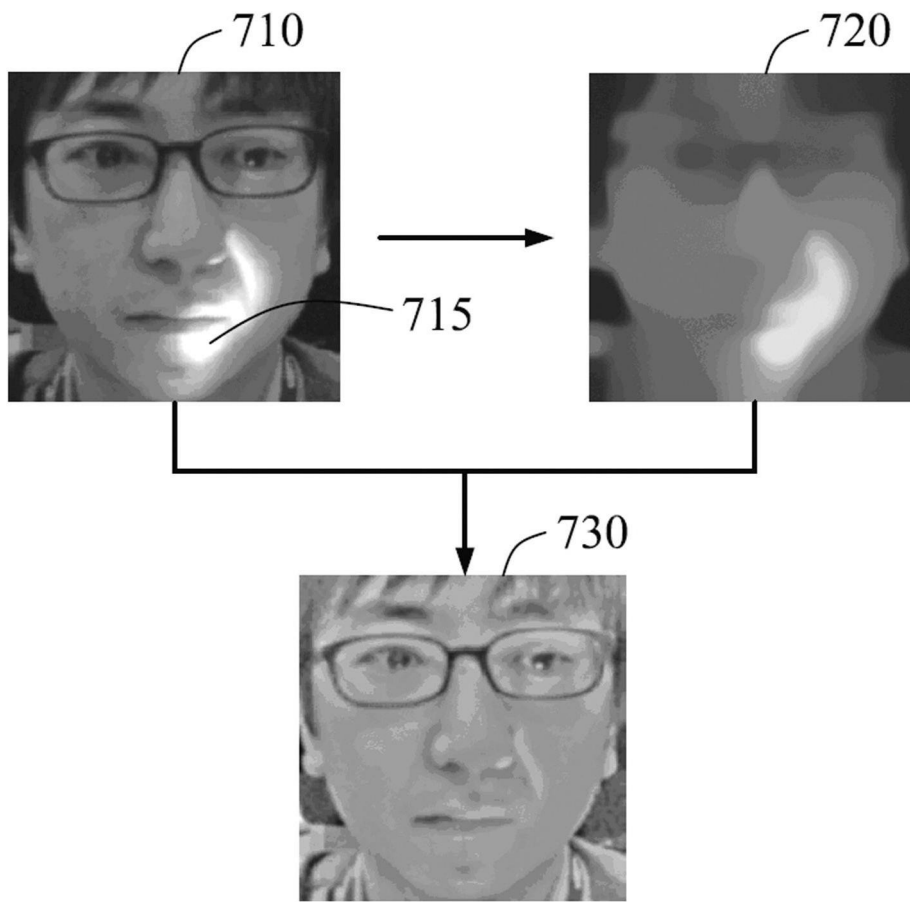


图7



图8

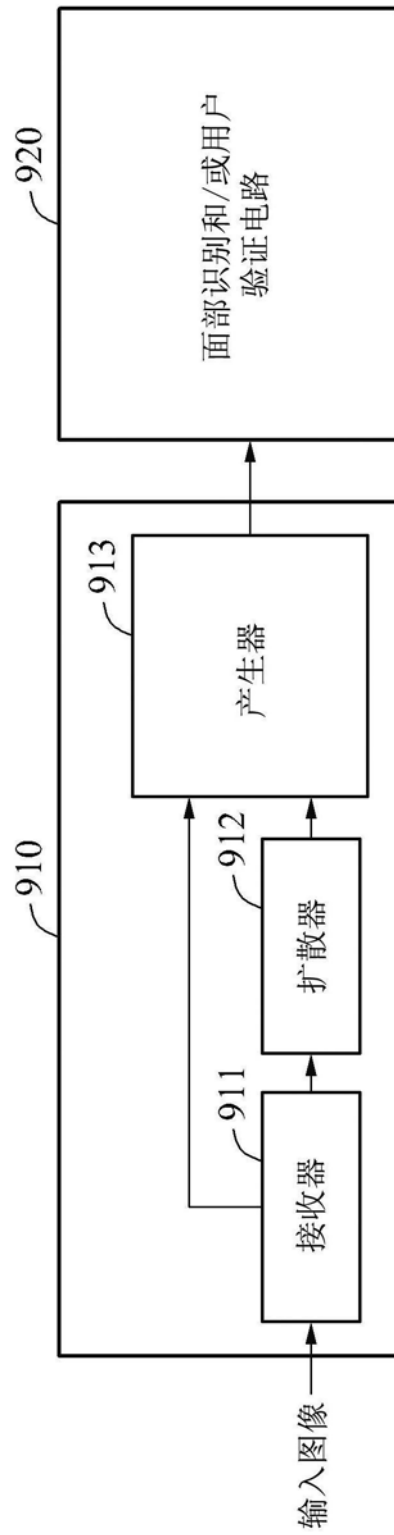


图9

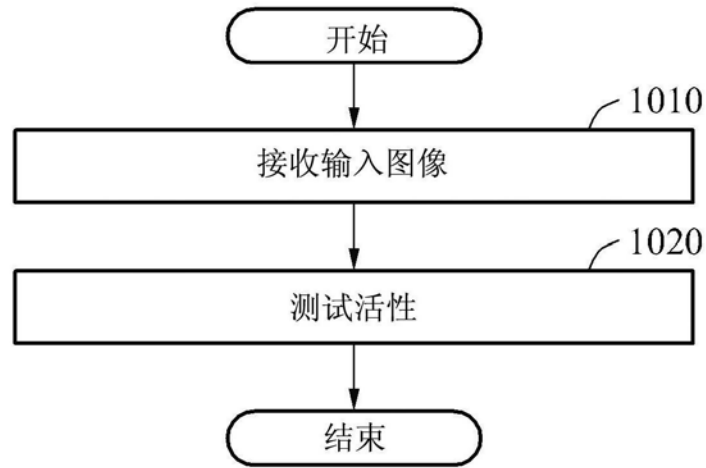


图10

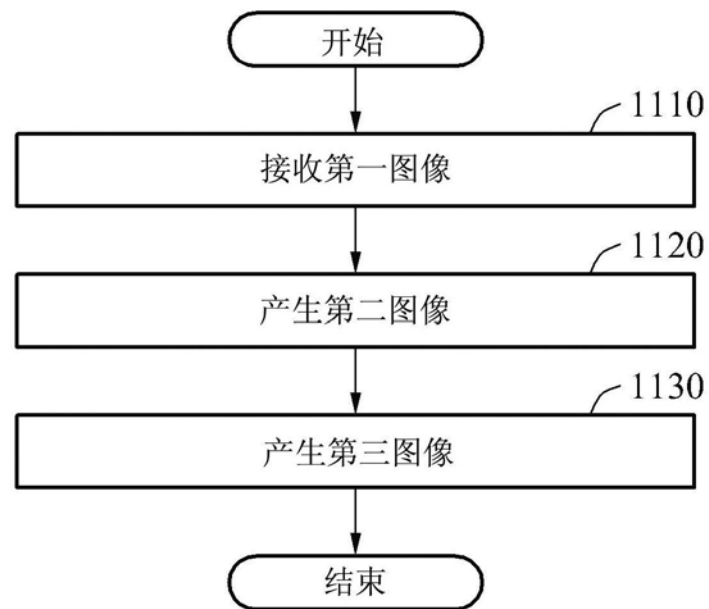


图11

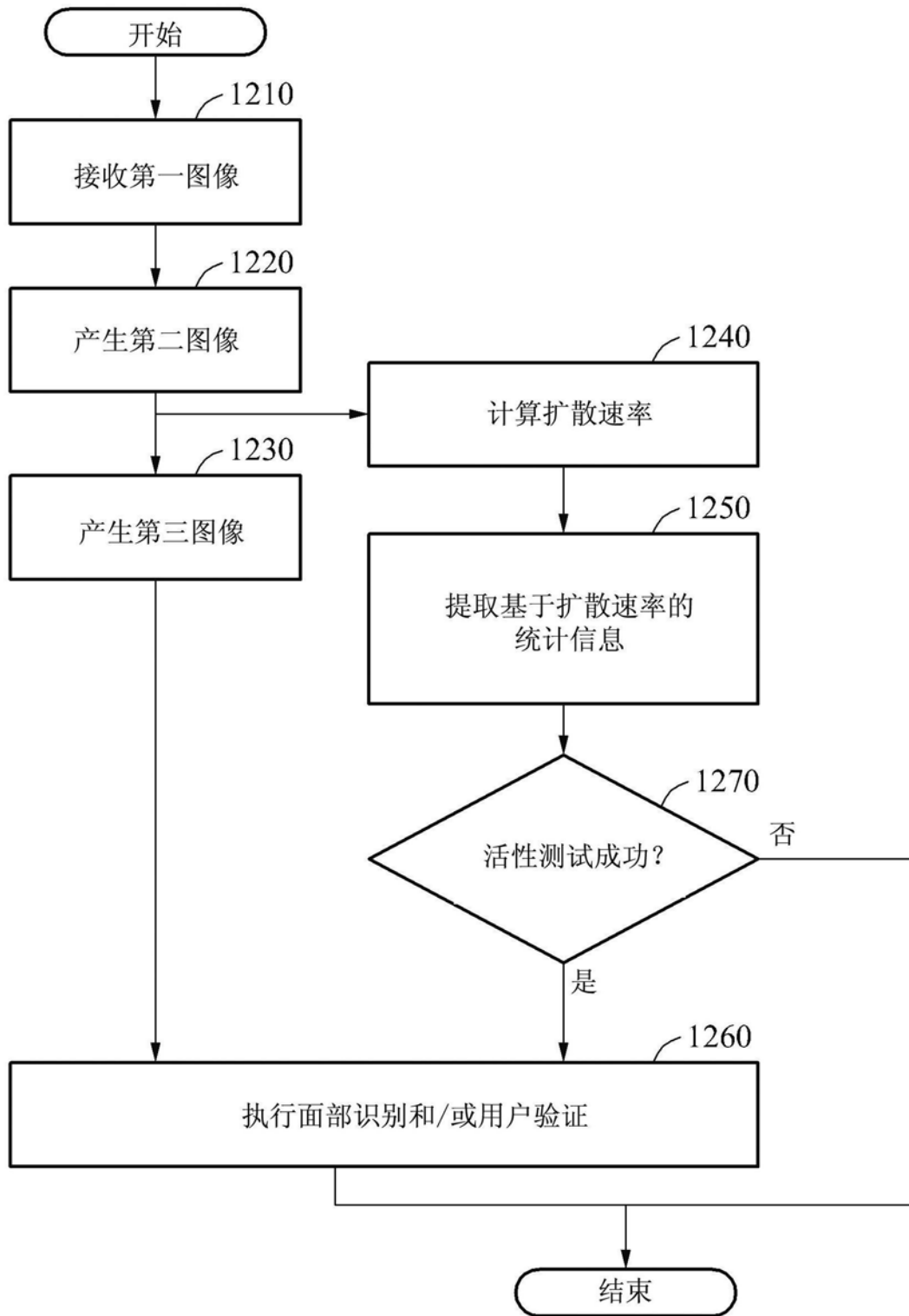


图12

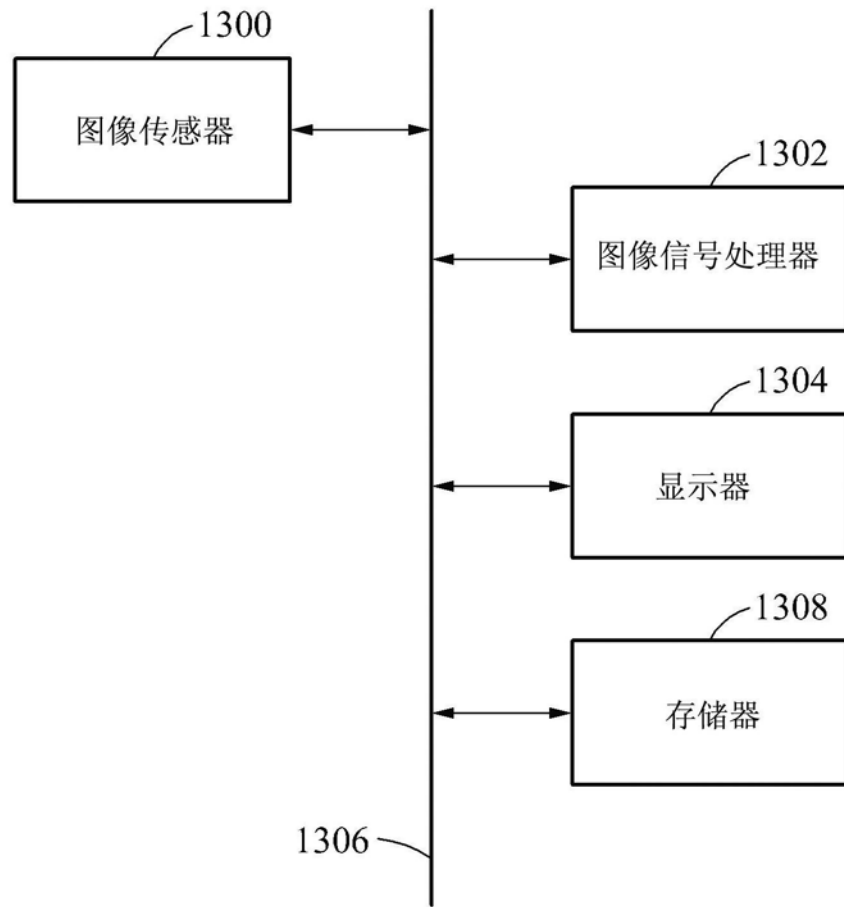


图13