



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103514439 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 15

(21) 申请号 201310260172. 8

(22) 申请日 2013. 06. 26

(30) 优先权数据

13/533, 834 2012. 06. 26 US

(71) 申请人 谷歌公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 迈克尔·克里斯蒂安·内希巴

亨利·威尔·施奈德曼

迈克尔·安德鲁·赛普

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 周亚荣 安翔

(51) Int. Cl.

G06K 9/00 (2006. 01)

G06F 21/32 (2013. 01)

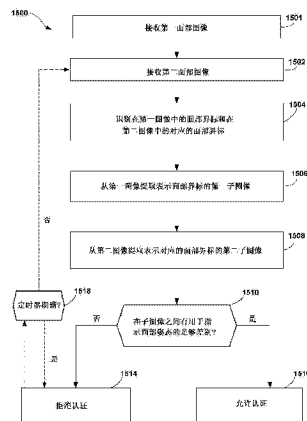
权利要求书4页 说明书31页 附图17页

(54) 发明名称

面部识别

(57) 摘要

一种示例方法包括：接收用户的面部的第一图像和第二图像，其中，一个或两个图像已经被面部识别承认匹配。所述方法进一步包括：至少部分地基于第二图像相对于第一图像的偏转角和第二图像相对于第一图像的俯仰角中的至少一个来检测活跃姿态，其中，偏转角对应于沿着水平轴的转变，并且其中，俯仰角对应于沿着垂直轴的转变。该方法进一步包括：基于偏转角量值和/或俯仰角量值来产生活跃分值；将活跃分值与阈值作比较；并且基于该比较来确定是否相对于访问由计算装置控制的一个或多个功能拒绝对于用户的认证。



1. 一种方法,包括:

从耦合到计算装置的图像捕获装置接收用户的面部的第一图像和所述用户的所述面部的第二图像;

基于所述第二图像相对于所述第一图像的偏转角和所述第二图像相对于所述第一图像的俯仰角中的至少一个来检测活跃姿态,其中所述偏转角对应于围绕垂直轴为中心的转变,并且其中所述俯仰角对应于围绕水平轴为中心的转变;

基于与所述偏转角相关联的偏转角量值和与所述俯仰角相关联的俯仰角量值中的至少一个来产生活跃分值;

将所述活跃分值与阈值作比较;以及

至少部分地基于所述比较来确定是否相对于访问由所述计算装置控制的一个或多个功能拒绝对所述用户的认证。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,进一步包括:

提示所述用户作出预定的活跃姿态;

确定所检测到的活跃姿态是否匹配所述预定的活跃姿态;

如果所检测到的活跃姿态不匹配所述预定的活跃姿态,则相对于访问由所述计算装置控制的一个或多个功能拒绝对于所述用户的认证;以及

如果所检测到的活跃姿态匹配所述预定的活跃姿态并且所述活跃分值超过所述阈值,则相对于访问由所述计算装置控制的一个或多个功能核准对于所述用户的认证。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,检测所述活跃姿态进一步包括:至少部分地基于在所述第一图像和所述第二图像中的一个或两者中表示的至少一个界标来检测所述活跃姿态。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中,至少部分地基于在所述第一图像和所述第二图像中的一个或两者中表示的所述至少一个界标来检测所述活跃姿态进一步包括:

识别所述第一图像中的左眼和右眼两者;

识别所述第二图像中的所述左眼和所述右眼中的仅一个;以及

获得所述第二图像相对于所述第一图像的所述偏转角。

5. 根据权利要求 3 所述的方法,其中,至少部分地基于在所述第一图像和所述第二图像中的一个或两者中表示的所述至少一个界标来检测所述活跃姿态进一步包括:

识别所述第一图像中的左眼和右眼两者;

确定所述第二图像缺少所述左眼或所述右眼;以及

获得所述第二图像相对于所述第一图像的所述偏转角。

6. 根据权利要求 3 所述的方法,其中,至少部分地基于在所述第一图像和所述第二图像中的一个或两者中表示的所述至少一个界标来检测所述活跃姿态进一步包括:

在所述第一图像中检测缺少耳垂的表示;

在所述第二图像中检测所述耳垂的所述表示;以及

获得所述第二图像相对于所述第一图像的所述偏转角。

7. 根据权利要求 3 所述的方法,其中,至少部分地基于在所述第一图像和所述第二图像中的一个或两者中表示的所述至少一个界标来检测所述活跃姿态进一步包括:

在所述第一图像中检测鼻座的表示;

在所述第二图像中检测缺少所述鼻座的所述表示；以及
获得所述第二图像相对于所述第一图像的所述偏转角。

8. 根据权利要求 3 所述的方法，其中，至少部分地基于在所述第一图像和所述第二图像中的一个或两者中表示的所述至少一个界标来检测所述活跃姿态进一步包括：

在所述第一图像中检测缺少鼻梁的表示；

在所述第二图像中检测所述鼻梁的所述表示；以及
获得所述第二图像相对于所述第一图像的所述偏转角。

9. 根据权利要求 1 所述的方法，

其中，所述图像捕获装置具有视频捕获能力，并且

其中，所述第一图像和所述第二图像中的至少一个形成从所述图像捕获装置接收的视频数据的一部分。

10. 根据权利要求 1 所述的方法，进一步包括：

对所述第一图像和所述第二图像中的每个执行面部识别分析；

如果所述第一图像和所述第二图像中的至少一个未通过所述面部识别分析，则相对于访问由所述计算装置控制的一个或多个功能拒绝对于所述用户的认证，

如果所述第一图像和所述第二图像两者通过所述面部识别分析并且所述活跃分值超过所述阈值，则相对于访问由所述计算装置控制的一个或多个功能核准对于所述用户的认证。

11. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，检测所述活跃姿态包括：

确定与所述第一图像相关联的第一头部方向和与所述第二图像相关联的第二头部方向。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，其中，确定所述第一头部方向和所述第二头部方向包括：

将在所述第一图像和所述第二图像中的每一个中的所述用户的面部的表示与至少一个头部姿势模型作比较。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其中，确定所述第一头部方向和所述第二头部方向中的至少一个包括至少部分地基于所述第二图像相对于所述第一图像的所述偏转角来确定，并且其中，所述至少一个头部姿势模型符合正面方向、部分侧面方向和侧面方向中的一个。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其中，所述部分侧面方向显示相对于所述正面方向的在 35 度和 55 度之间的角度，并且其中，所述侧面方向显示相对于所述正面方向的在 80 度和 100 度之间的角度。

15. 根据权利要求 12 所述的方法，其中，确定所述第一头部方向和所述第二头部方向中的至少一个至少部分地基于在所述第二图像和所述第一图像之间的所述俯仰角，并且其中，所述至少一个头部姿势模型符合正面方向、面向上方向和面向下方向中的一个。

16. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，检测所述活跃姿态包括：

使用耦合到所述计算装置的三维 (3-D) 测距仪来检测所述偏转角和所述俯仰角中的至少一个。

17. 根据权利要求 1 所述的方法，进一步包括：

至少部分地基于将所述第一图像和所述第二图像中的一个或两者与授权用户的所述面部的至少一个注册图像作比较来通过所述第一图像和所述第二图像中的一个或两者的面部识别核准匹配。

18. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,接收所述第一图像和所述第二图像进一步包括:从至少包括所述第一图像、所述第二图像和第三图像的多个图像中选择所述第一图像和所述第二图像。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,其中,从所述多个图像中选择所述第一图像和所述第二图像包括:至少部分地基于将所述活跃分值与阈值作比较来选择所述第一图像和所述第二图像。

20. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,确定是否拒绝对于所述用户的认证包括:拒绝所述认证,而与相对于所述用户的所述面部的所述第一图像和所述用户的所述面部的所述第二图像中的一个或两者通过面部识别的匹配无关。

21. 根据权利要求 1 所述的方法,进一步包括:

通过所述计算装置确定所述第一图像是否至少显示相对于所述第二图像的阈值类似度,其中,所述阈值类似度指示一致的用户身份。

22. 一种编码有指令的计算机可读存储装置,所述指令当被执行时使得计算机装置的一个或多个处理器执行操作,所述操作包括:

从耦合到所述计算装置的图像捕获装置接收用户的面部的第一图像和所述用户的所述面部的第二图像;

基于所述第二图像相对于所述第一图像的偏转角和所述第二图像相对于所述第一图像的俯仰角中的至少一个来检测活跃姿态,其中所述偏转角对应于围绕垂直轴为中心的转变,并且其中所述俯仰角对应于围绕水平轴为中心的转变;

基于与所述偏转角相关联的偏转角量值和与所述俯仰角相关联的俯仰角量值中的至少一个来产生活跃分值;

将所述活跃分值与阈值作比较;以及

至少部分地基于所述比较来确定是否相对于访问由所述计算装置控制的一个或多个功能拒绝对于所述用户的认证。

23. 一种计算装置,包括:

存储器;

至少一个处理器;

图像捕获装置,所述图像捕获装置能够被所述至少一个处理器操作来捕获用户的面部的第一图像和所述用户的所述面部的第二图像;

面部识别模块,所述面部识别模块能够被所述至少一个处理器操作来通过面部识别对于所述第一图像和所述第二图像中的至少一个核准匹配;

反欺骗模块,所述反欺骗模块能够被所述至少一个处理器操作来:

基于所述第二图像相对于所述第一图像的偏转角和所述第二图像相对于所述第一图像的俯仰角中的至少一个来检测活跃姿态,其中所述偏转角对应于围绕垂直轴为中心的转变,并且其中所述俯仰角对应于围绕水平轴为中心的转变;

基于与所述偏转角相关联的偏转角量值和与所述俯仰角相关联的俯仰角量值中的至

少一个来产生活跃分值；

将所述活跃分值与阈值作比较；以及

至少部分地基于所述比较来确定是否相对于访问由所述计算装置控制的一个或多个功能拒绝对于所述用户的认证。

面部识别

技术领域

[0001] 本公开涉及面部识别技术。

背景技术

[0002] 用户可以通过对计算装置“解锁”来激活或否则访问由该装置控制的功能。在一些情况下,计算装置可以被配置来基于由用户提供的认证信息来允许解锁。认证信息可以采取各种形式,包括字母数字密码和生物识别信息。生物识别信息的示例包括指纹、视网膜扫描和面部图像。计算装置可以使用面部识别技术来认证面部图像。

发明内容

[0003] 在一个示例中,一种方法包括:从耦合到计算装置的图像捕获装置接收用户的面部的第一图像和所述用户的所述面部的第二图像。所述方法进一步包括:基于所述第二图像相对于所述第一图像的偏转角(yaw angle)和所述第二图像相对于所述第一图像的俯仰角(pitch angle)中的至少一个来检测活跃姿态,其中,所述偏转角对应于沿着水平轴的转变,并且其中,所述俯仰角对应于沿着垂直轴的转变。所述方法进一步包括:基于与所述偏转角相关联的偏转角量值和与所述俯仰角相关联的俯仰角量值中的至少一个来产生活跃分值;将所述活跃分值与阈值作比较;以及至少部分地基于所述比较来确定是否相对于访问由所述计算装置控制的一个或多个功能拒绝对于所述用户的认证。

[0004] 在另一个示例中,一种计算机可读存储装置被编码有指令,所述指令当被执行时使得计算机装置的一个或多个处理器执行操作。所述操作包括从耦合到所述计算装置的图像捕获装置接收用户的面部的第一图像和所述用户的所述面部的第二图像。所述操作进一步包括:基于所述第二图像相对于所述第一图像的偏转角和所述第二图像相对于所述第一图像的俯仰角中的至少一个来检测活跃姿态,其中,所述偏转角对应于围绕垂直轴为中心的转变,并且其中,所述俯仰角对应于围绕水平轴为中心的转变。所述操作进一步包括:基于与所述偏转角相关联的偏转角量值和与所述俯仰角相关联的俯仰角量值中的至少一个来产生活跃分值;将所述活跃分值与阈值作比较;以及至少部分地基于所述比较来确定是否相对于访问由所述计算装置控制的一个或多个功能拒绝对于所述用户的认证。

[0005] 在另一个示例中,一种计算装置包括存储器、至少一个处理器、图像捕获装置、面部识别模块和反欺骗模块。所述图像捕获装置能够被所述至少一个处理器操作来捕获用户的面部的第一图像和所述用户的所述面部的第二图像,并且,所述面部识别模块能够被所述至少一个处理器操作来通过面部识别对所述第一图像和所述第二图像中的至少一个核准匹配。所述反欺骗模块能够被所述至少一个处理器操作来基于所述第二图像相对于所述第一图像的偏转角和所述第二图像相对于所述第一图像的俯仰角中的至少一个来检测活跃姿态,其中,所述偏转角对应于围绕垂直轴为中心的转变,并且其中,所述俯仰角对应于围绕水平轴为中心的转变。所述反欺骗模块进一步能够被所述至少一个处理器操作来基于与所述偏转角相关联的偏转角量值和与所述俯仰角相关联的俯仰角量值中的至少一个来

产生活跃分值,将所述活跃分值与阈值作比,并且,至少部分地基于所述比较来确定是否相对于访问由所述计算装置控制的一个或多个功能拒绝对于所述用户的认证。

[0006] 在另一个示例中,一种方法包括:从耦合到计算装置的图像捕获装置接收用户的面部的第一图像和所述用户的所述面部的第二图像。所述方法进一步包括:识别在所述第一图像中的至少一个面部界标(facial landmark)和在所述第二图像中的至少一个对应的面部界标;并且,通过所述计算装置来从所述第一图像提取第一子图像,其中,所述第一子图像表示所述第一图像的一部分,并且其中,所述第一子图像包括所述至少一个面部界标的表示。所述方法进一步包括:通过所述计算装置来从所述第二图像提取第二子图像,其中,所述第二子图像表示所述第二图像的一部分,并且其中,所述第二子图像包括所述至少一个对应的面部界标的表示;并且,通过所述计算装置确定在所述第二子图像和所述第一子图像之间是否存在指示面部姿态的足够差别来检测所述面部姿态。所述方法进一步包括:至少部分地基于检测所述面部姿态来确定是否相对于访问由所述计算装置控制的一个或多个功能拒绝对于所述用户的认证。

[0007] 在另一个示例中,一种计算机可读存储装置被编码有指令,所述指令当被执行时使得计算机装置的一个或多个处理器执行操作。所述操作包括:从耦合到计算装置的图像捕获装置接收用户的面部的第一图像和所述用户的所述面部的第二图像。所述操作进一步包括:识别在所述第一图像中的至少一个面部界标和在所述第二图像中的至少一个对应的面部界标;并且,通过所述计算装置来从所述第一图像提取第一子图像,其中,所述第一子图像表示所述第一图像的一部分,并且其中,所述第一子图像包括所述至少一个面部界标的表示。所述操作进一步包括:通过所述计算装置来从所述第二图像提取第二子图像,其中,所述第二子图像表示所述第二图像的一部分,并且其中,所述第二子图像包括所述至少一个对应的面部界标的表示;并且,通过所述计算装置确定在所述第二子图像和所述第一子图像之间是否存在指示面部姿态的足够差别来检测所述面部姿态。所述操作进一步包括:至少部分地基于检测所述面部姿态来确定是否相对于访问由所述计算装置控制的一个或多个功能拒绝对于所述用户的认证。

[0008] 在另一个示例中,一种计算装置包括:存储器;至少一个处理器;能够被所述至少一个处理器操作来捕获用户的面部的第一图像和所述用户的所述面部的第二图像的至少一个图像捕获装置;以及能够被所述至少一个处理器操作来通过面部识别对所述第一图像和所述第二图像中的至少一个核准匹配的面部识别模块。所述计算装置还包括:能够操作来识别在所述第一图像中的至少一个面部界标和在所述第二图像中的至少一个对应的面部界标的界标检测模块;以及能够操作来从所述第一图像提取所述第一子图像的子图像提取模块,其中,所述第一子图像表示所述第一图像的一部分,并且其中,所述第一子图像包括所述至少一个面部界标的表示。所述计算装置还包括反欺骗模块,所述反欺骗模块能够操作来通过确定在所述第二子图像和所述第一子图像之间是否存在指示面部姿态的足够差别来检测所述面部姿态,并且至少部分地基于检测所述面部姿态来确定是否相对于访问由所述计算装置控制的一个或多个功能拒绝对于所述用户的认证。

附图说明

[0009] 图 1A-1B 是图示根据本公开的一个或多个方面的、用于检测在捕获的面部图像中

的可能欺骗的示例计算装置的概念图。

[0010] 图 2 是图示根据本公开的一个或多个方面的、用于检测在捕获的面部图像中的可能欺骗的示例计算装置的细节的框图。

[0011] 图 3 是图示根据本公开的一个或多个方面的、包括由计算装置识别以检测在面部图像中的可能欺骗的角膜闪光的示例面部图像的概念图。

[0012] 图 4 是图示根据本公开的一个或多个方面的、包括由计算装置识别以检测在面部图像中的可能欺骗的角膜闪光的眼睛的示例图像的概念图。

[0013] 图 5 是图示根据本公开的一个或多个方面的、可以被计算装置执行来检测在捕获的面部图像中的可能欺骗的示例过程的流程图。

[0014] 图 6 是图示根据本公开的一个或多个方面的、可以被计算装置执行来检测在捕获的面部图像中的可能欺骗的示例过程的流程图。

[0015] 图 7 是叠加有水平 x 轴和垂直 y 轴的面部图像,面部图像可以分别围绕该水平 x 轴和垂直 y 轴来显示偏转和俯仰。

[0016] 图 8A-8C 是显示各种量值和方向的俯仰的面部图像。

[0017] 图 9A-9E 是显示各种量值和方向的偏转的面部图像。

[0018] 图 10A-10C 是根据本公开的一个或多个方面的一系列面部图像,可以使用旋转角和 / 或一个或多个面部界标来从该一系列面部图像识别变化的偏转量值。

[0019] 图 11 是图示示例过程的流程图,通过该示例过程,计算装置可以执行本公开的一个或多个反欺骗技术。

[0020] 图 12 是具有示例面部界标的面部图像,该示例面部界标包括在提取的子图像中表示的右眼和嘴部区域。

[0021] 图 13 是图示闭合的眼睛的示例图像的概念图。

[0022] 图 14 是图示张开笑的嘴部的概念图。

[0023] 图 15 是图示示例过程的流程图,通过该示例过程,计算装置可以执行本公开的各种反欺骗技术。

具体实施方式

[0024] 计算装置可以在各种情况下使用面部识别程序。例如,计算装置可以使用面部识别程序来认证试图访问计算装置的一个或多个功能或否则由计算装置控制的功能的用户。在一些常见情况下,计算装置可以存储一个或多个授权用户的面部的图像(“注册图像”)。当用户试图访问计算装置的功能(或对计算装置“解锁”)时,该计算装置可以捕获用户面部的图像以用于认证目的。计算装置可以然后使用面部识别程序来将捕获的面部图像与关联于授权用户的注册图像作比较。如果面部识别程序确定在捕获的面部图像和至少一个注册图像之间的可接受水平的匹配,则该计算装置可以认证用户,并且许可解锁请求。

[0025] 未经授权的用户可以利用面部识别程序的弱点来引起错误的认证。例如,未经授权的用户可能试图使用“欺骗”技术来解锁计算装置。为了通过欺骗来引起错误的认证,未经授权的用户可以呈现授权用户的面部图像以被计算装置捕获。例如,未经授权的用户可以向该装置提供授权用户的面部的打印画面或在第二计算装置上获得授权用户的视频或数字图像(例如,通过从社交网络网站拉出授权用户的简档画面)。因此,未经授权的用户可

能试图使用欺骗方法来访问计算装置的功能,以克服否则由计算装置实现的认证限制。

[0026] 通常,本公开涉及用于防止由欺骗引起的错误认证的技术。计算装置可以实现检测对于欺骗的可疑尝试并且防止因为欺骗导致的错误认证的一个或多个反欺骗程序。在一些示例中,可以通过程序来执行反欺骗技术,该程序使得计算装置的一个或多个硬件部件在捕获的面部图像的物体的方向上发光。反欺骗程序可以然后识别在捕获的面部图像内的一个或多个界标,并且对界标分析可能的欺骗的迹象。例如,反欺骗程序可以将面部图像的一只或两只眼睛识别为界标。反欺骗程序可以然后分析图像以检测诸如角膜闪烁的、来自眼睛的发射光的任何反射的存在。基于该分析,反欺骗程序可以在检测到预期的闪烁时将计算装置从锁定状态转变为解锁状态,或者在未检测到预期的闪烁时防止访问计算装置。

[0027] 在此所述的反欺骗程序可以提供一个或多个优点,诸如减少了未经授权的用户通过欺骗引起错误认证的机会。例如,反欺骗程序可以使得面部识别程序在分析的界标的图像根本不包括发射的光的反射时或者当在图像中的反射光的强度小于阈值强度时使得面部识别程序拒绝对于用户的认证。在另一个示例中,反欺骗程序可以使得计算装置在发射不同强度的光的同时捕获两个或更多的面部图像,并且如果界标从一个面部图像到另一个面部图像不反射足够的不同强度的光,则使得面部识别程序拒绝认证。在另一个示例中,反欺骗程序可以如果图像分析指示从界标反射的光未充分地匹配发射光的预期频率含量,则使得面部识别程序拒绝对于用户的认证。例如,计算装置可以发射具有不同颜色或频率的光束,预期该光束在用户的眼睛中引发具有对应的频率含量的光的反射。以这种方式,本公开的技术可以减少由欺骗引起的错误认证的出现。另外,反欺骗程序可以减少面部识别程序的使用,因此节约了计算资源,并且降低功耗(例如,延长在移动计算装置中的电池使用期限)。

[0028] 本公开也描述了用于防止由欺骗引起的错误认证的另外的技术。计算装置可以实现检测对于欺骗的可疑尝试并且防止因为欺骗导致的错误认证的一个或多个反欺骗程序。在一些示例中,反欺骗技术可以包括:捕获用户的多个面部图像,并且对该面部图像分析活跃的指示。可以通过特定姿态来指示活跃度,该特定姿态例如是头部围绕垂直轴(例如,摇动人的头部)和/或水平轴(例如,点人的头部)的移动。计算装置可以呈现提示,该提示指示用户作出(perform)一个或多个活跃姿态。反欺骗程序可以在各种实现方式中基于用户的面部的特定方向来检测活跃姿态。例如,反欺骗程序可以检测与用户头部围绕垂直轴的移动对应的“偏转”角。类似地,反欺骗程序可以检测与用户头部围绕水平轴的移动对应的“俯仰”角。反欺骗程序可以另外确定偏转角和/或俯仰角的量值以获得面部图像的活跃分值。继而,如果活跃分值超过预定阈值,则反欺骗程序可以确定活跃分值足以证明合法的活跃用户试图访问由计算装置控制的功能。基于足够的活跃姿态的分析和检测,反欺骗程序可以将计算装置从锁定状态转换为解锁状态。另一方面,反欺骗程序可以在未检测到足够的活跃姿态时防止访问由计算装置控制的功能。

[0029] 本公开也描述了用于防止由欺骗引起的错误认证的另外的技术。计算装置可以实现检测对于欺骗的可疑尝试并且防止因为欺骗导致的错误认证的一个或多个反欺骗程序。在一些示例中,反欺骗技术可以包括:捕获用户的多个面部图像,并且对该面部图像分析活跃度的指示。可以通过面部姿态来指示活跃度,该面部姿态例如是眼睛、嘴部和面部的其他

部分的移动。反欺骗程序可以在各种实现方式中基于人脸的特定区域来检测面部姿态。例如,反欺骗程序可以将面部图像的一只或两只眼睛识别为界标。反欺骗程序可以然后检测和分析在图像之间的与一只或两只眼睛相关的转变。使用任何检测的转变,反欺骗程序可以检测诸如双眼眨眼(blink)、单眼眨眼(wink)和其他的面部姿态。计算装置可以呈现提示,该提示指示用户作出一个或多个面部姿态。基于满意的面部姿态的分析和检测,反欺骗程序可以将计算装置从锁定状态转变为解锁状态。另一方面,反欺骗程序可以在未检测到满意的面部姿态时防止访问由计算装置控制的功能。

[0030] 反欺骗程序可以提供一个或多个优点,诸如减少了未经授权的用户通过欺骗引起错误认证的机会。例如,反欺骗程序可以使得面部识别程序在分析的面部图像不指示面部姿态或预期的系列的面部姿态、指示除了由反欺骗程序寻找的面部姿态之外的面部姿态、指示不足的质量/清晰度的面部姿态等时拒绝对于用户的认证。在一些实现方式中,反欺骗程序可以检测面部姿态的组合以建立活跃度。例如,反欺骗程序可以识别在单眼眨眼(仅一只眼睛的打开-关闭-打开)之前的双眼眨眼(两眼的打开-关闭-打开)。在这些和其他实现方式中,反欺骗程序可以使用界标的组合来检测面部姿态。例如,反欺骗程序可以使用眼睛作为用于双眼眨眼姿态的界标,并且使用嘴部作为用于笑姿态的界标。以这种方式,本公开的技术可以减少通过欺骗引起的错误认证的出现。

[0031] 反欺骗程序可以提供一个或多个优点,诸如减少了未经授权的用户通过欺骗引起错误认证的机会。例如,反欺骗程序可以使得面部识别程序在分析的面部图像不指示足够的活跃姿态、不指示正确的集、系列或序列的活跃姿态、指示除了由反欺骗程序寻求的活跃姿态之外的活跃姿态等时拒绝对于用户的认证。在一些实现方式中,反欺骗程序可以检测活跃姿态的组合以确定合法的活跃用户试图解锁计算装置。例如,反欺骗程序可以识别用户头部在向上看(从在图像之间的俯仰角识别)之前的左摇(通过在图像之间的偏转角识别)。在这些和其他实现方式中,反欺骗程序可以使用偏转角和俯仰角的组合来检测面部姿态。例如,反欺骗程序可以检测用户头部的对角移动,这涵盖在图像之间的偏转角和俯仰角的同时转变。以这种方式,本公开的技术可以减少通过欺骗引起的错误认证的出现。

[0032] 图 1A-1B 是图示根据本公开的一个或多个方面的、用于在捕获的面部图像中检测可能的欺骗的示例计算装置的概念图。图 1A 图示计算装置 102,计算装置 102 可以捕获与用户(例如,授权用户 126)相关联的面部图像,对捕获的面部图像分析可能的欺骗,并且基于该分析来确定是否允许或拒绝认证。计算装置 102 可以包括各种类型的装置中的一个或多个、作为各种类型的装置中的一个或多个的一部分,该各种类型的装置除了别的之外例如是移动电话(包括智能电话)、平板计算机、上网本、膝上型计算机、台式计算机、个人数字助理(“PDA”)、机顶盒、电视机、生物识别门锁、手表、汽车点火器和存在验证装置。

[0033] 计算装置 102 可以包括相机镜头 104 和闪光灯 122。在图 1A 的示例中,相机镜头 104 和闪光灯 122 两者可以是计算装置 102 的面向前的相机的一部分或耦合到它。在其他示例中,相机镜头 104 和闪光灯 122 中的一个或两者可以是计算装置 102 的面向后的相机的一部分或耦合到它。面向前和面向后的相机中的一个或两者可以能够捕获静止图像、视频或两者。在其他示例中,相机镜头 104 和闪光灯 122 可以被集成以形成计算装置 102 的单个部件。

[0034] 在图 1A 的示例中,计算装置 102 可以包括显示装置,该显示装置显示图形用户界

面(GUI)106。GUI106可以通过各种显示装置显示,该各种显示装置包括诸如触摸屏或存在敏感显示器的能够输入/输出的装置。如在图1A的示例中所示,GUI106可以包括一个或多个GUI元件,诸如锁指示器120、解锁提示108和捕获图标112。

[0035] 计算装置102可以被配置来在由锁指示器120所示的“锁定”模式中运行。在一些示例中,用户可以主动地配置计算装置102以在锁定模式中运行。例如,用户可以将按钮(诸如按钮110)按下预定的时间长度,以将计算装置102配置为在锁定模式中运行。在这些和其他示例中,用户可以使用计算装置102的能够输入/输出的显示器来轻击、刷过GUI106的一个或多个元件或以其他方式与其交互。计算装置102也可以被配置为通过被动手段在锁定模式中运行。例如,预定的“不活动”时间段可以将计算装置102配置为在锁定模式中运行。不活动可能因为用户交互(例如,通过按钮按压、与能够输入/输出的显示装置的接触等)的不存在而出现。配置计算装置102以在锁定模式中运行的预定时间段可以由计算装置102的制造商指定的默认时间段,或者可以被诸如授权用户126的授权用户编程。

[0036] 在一些示例中,计算装置102可以利用面部识别技术来停止在锁定模式中的运行。换句话说,授权用户126可以通过认证方法来“解锁”计算装置102,该认证方法使用面部识别技术来确定授权用户126是否是装置102的授权用户。更具体地,授权用户126可以通过存储表示授权用户126的面部的注册图像来建立计算装置102的面部识别应用或嵌入过程。授权用户126可以使得计算装置102的相机使用相机镜头104捕获认证。计算装置102可以向计算装置102的一个或多个存储装置和/或向远程位置存储注册图像,该向远处位置的存储通常被称为“云存储”。

[0037] 为了使用面部识别技术来解锁计算装置102,用户(诸如授权用户126)可以提供表示他的/她的面部的至少一部分的认证图像。在一些示例中,用户可以主动地使得计算装置102的相机捕获认证图像。例如,用户可以面向相机镜头104并且按下按钮110,以使得相机捕获认证图像。在另一个示例中,用户可以轻击、刷过与在GUI106中包括的捕获图标112相关联的区域或以其他方式与该区域交互。在其他示例中,计算装置102可以响应于用户面向相机镜头104而自动地捕获认证图像。如在图1A的示例中所示,计算装置102可以显示GUI106以包括解锁提示108。在这个示例中,解锁提示108指示用户可以简单地面向相机,该相机可以包括或否则耦合到相机镜头104,以使得计算装置102捕获认证图像。例如,当用户面向相机镜头104时,计算装置102可以使用面部识别程序来确定当前通过相机镜头104捕获的图像包括人脸的表示。

[0038] 计算装置102可以然后将捕获的认证图像与注册图像作比较,并且确定图像是否彼此类似得足以用于面部识别目的。例如,计算装置102可以利用一个或多个面部识别程序来将与认证图像相关联的度量与关联于注册图像相关联的度量。度量的一些示例可以包括在面部元素之间的距离(瞳孔至通孔、嘴部宽度等)、各种面部特征的轮廓、与皮肤色调或纹理对应的实体动画、头发和/或眼睛颜色和许多其他。在计算装置102上运行的面部识别程序可以使用一个或多个识别算法来执行比较,仅列出几个,该识别算法例如是几何和/或光度方法、三维(3D)建模和识别技术、使用本征脸的主要分量分析、线性识别分析、弹性束图匹配、图案匹配和动态链路匹配。在基于比较的的基础上,诸如预编程的可接受的错误容限,在计算装置102上运行的面部识别程序可以确定认证图像和注册图像是否彼此类似得足以用于面部识别。在面部识别程序核准匹配的情况下,用户可以成功地解锁计算装

置 102。相反,如果面部识别程序拒绝匹配,则用户可能不能解锁计算装置 102,并且计算装置 102 可以继续锁定模式中运行。

[0039] 然而,未经授权的用户可以利用通常使用的面部识别技术的弱点来访问以解锁计算装置 102。例如,如果未经授权的用户在将计算装置 102 配置在锁定模式中的同时拥有计算装置 102,则未经授权的用户可以试图解锁计算装置 102,如解锁提示 108 所请求那样。为了成功地认证,未经授权的用户可能通过呈现图像 124 来欺骗在计算装置 102 上运行的一个或多个面部识别程序,该图像 124 包括授权用户 126 的可视表示。图像 124 可以采取各种形式,诸如以打印形式的静止照片、以数字形式的静止照片或视频的一个或多个帧。在其中图像 124 是数字静止照片的一个示例中,未经授权的用户可以使用第二计算装置(为了容易说明而未示出)调用图像 124。例如,未经授权的用户可以使用因特网来访问授权用户 126 贴到社交网站的简档画面。使用图像 124,未经授权的用户可能试图欺骗在计算装置 102 上运行的面部识别程序,并且非法地解锁计算装置 102。

[0040] 计算装置 102 可以实现用于检测使用图像 124 来欺骗面部识别程序的企图的本公开的技术。在许多情况下,合法面部图像(即,从实际人脸捕获,而不是再现图像)包括在一只或两只眼睛中的闪烁。更具体地,合法面部图像可以在一只或两只眼睛的角膜(面向前的部分)中显示闪烁。在一些情况下,计算装置 102 可以使用闪光灯来在合法面部图像中引发角膜闪烁。在未经授权的用户试图(例如,使用图像 124)欺骗在计算装置 102 上运行的面部识别程序的情况下,捕获的面部图像可以包括减弱的角膜闪烁或没有角膜闪烁,或者,在图像 124 是用户的视频表示的情况下,角膜闪烁的出现定时可以对应于基于闪光灯的定时的预期定时。计算装置 102 可以实现用于确定捕获的面部图像是否包括用于构成合法面部图像的适当角膜闪烁的本公开的技术。如果计算装置 102 确定捕获的面部图像不包括适当的角膜闪烁,则计算装置 102 可以检测欺骗企图,并且在甚至执行面部识别技术之前拒绝用户的认证。以这种方式,计算装置 102 可以实现用于防止通过欺骗的错误认证的本公开的技术。

[0041] 图 1B 是图示在计算装置 102 检测到通过欺骗来引起错误认证的企图后计算装置 102 的行为的概念图。如所讨论的,未经授权的用户可能试图使用表示授权用户 126 的图像 124 来欺骗在计算装置 102 上运行的面部识别程序。计算装置 102 可以实现本发明的一个或多个技术,以检测欺骗的企图,并且基于该检测通过面部识别来拒绝认证。如图 1B 中所示,计算装置 102 可以在修改的 GUI 116 内显示失败通知 118。在这个示例中,失败通知 118 仅指示通过面部识别的认证的企图失败,并且计算装置 102 已经拒绝对于试图使用图像 124 来解锁计算装置 102 的用户的访问。在其他示例中,计算装置 102 可以显示更详细的通知,例如,将欺骗识别为在认证失败之后的可疑原因的通知。

[0042] 如所讨论的,合法面部图像可以包括角膜闪烁的指示。计算装置 102 可以使用闪光灯 122 或暂时变亮的显示器来引发角膜闪烁,来自用户周围的自然和 / 或人造光、或者其任何组合可以引起角膜闪烁。在其他实现方式中,计算装置 102 可以使用除了闪光灯 122 之外的光源来引发角膜闪烁。计算装置 102 可以使用这些其他光源来取代或补充闪光灯 122。其他光源的示例包括红外线发射器(诸如在红外线接近传感器中使用的那些)、发光二极管(诸如在基于 LED 接近传感器中使用的那些)和计算装置 102 的显示装置。如所讨论的,计算装置 102 可以暂时加亮显示装置,诸如智能电话的触摸屏,以便引发角膜闪烁。另外,计

算装置 102 可以发射足以引发角膜闪烁的亮度的光,而不是使得过度曝光或“冲删”认证图像的光。

[0043] 在一些示例中,计算装置 102 可以基于在认证图像的主题周围的环境光来改变发射的光的亮度,这是被称为自适应亮度调整的技术。为了实现自适应亮度调整,计算装置可以配备有专用环境光传感器。使用专用环境光传感器,计算装置 102 可以识别认证图像的主题周围的亮度。基于所识别的亮度,计算装置 102 可以改变由闪光灯 122 和 / 或如上所述的其他光源发射的光束的亮度。

[0044] 在一些实现方式中,计算装置 102 可以使用被称为“时间调制”的技术来增强在此所述的反欺骗技术的鲁棒性。为了实现时间调制,计算装置 102 可以启动使用闪光灯 122 和 / 或其他光源的多个光束的发射。计算装置 102 可以使得闪光灯 122 以预定和 / 或随机产生的时间间隔发射多个光束。计算装置 102 可以然后捕获与多个发射的光束的一些或全部相关联的认证图像,并且检查在每一个捕获的认证图像中的角膜闪烁。如果计算装置 102 未在特定数量的捕获图像(例如,所有捕获的图像或在图像的总数内的阈值数量)中检测到足够的闪烁,则计算装置 102 就可以基于检测的欺骗来拒绝用户的认证。以这种方式,本公开的技术可以合并时间调制,以增强或向在此所述的反欺骗措施增加鲁棒性。

[0045] 为了确定捕获的面部图像是否是合法或基于欺骗的,计算装置 102 可以检测在捕获的面部图像中的角膜闪烁和 / 或分析角膜闪烁。在一个示例中,计算装置 102 可以使用闪光灯 122 来启动光束的发射,通常被称为“闪光”。在诸如暗淡照明的条件下,闪光可能引发在合法面部图像中存在的角膜闪烁,其中,角膜闪烁可能否则不存在或减弱。计算装置 102 可以然后确定捕获的面部图像是否包括用于构成合法面部图像的足够的角膜闪烁。在各种情况下,角膜闪烁可以包括或完全是闪光的反射。

[0046] 计算装置 102 可以以各种方式检测和分析角膜闪烁。在一个示例中,计算装置 102 可以测量或估计引起角膜闪烁的反射的强度。可以从诸如下述的光学测量得出强度,和 / 或强度可以与诸如下述的光学测量直接成比例:亮度、光度、发光强度、照度、发光度、辐射强度、辐照度和辐射亮度等。计算装置 102 可以然后将该强度与关联于一个或多个已知合法面部图像的阈值强度作比较。如果捕获的角膜闪烁的强度小于阈值强度,则计算装置 102 可以将捕获的面部图像识别为基于欺骗,并且拒绝评估捕获的面部图像来用于基于面部识别的认证。

[0047] 在各种实现方式中,计算装置 102 可以通过从用户检测活跃度的指示来检测欺骗企图。在一些这样的实现方式中,计算装置 102 可以在试图检测活跃姿态之前在捕获的认证图像上运行面部识别程序。通过在对主题分析活跃度指示之前执行面部识别分析,计算装置 102 在查看可能的欺骗企图之前可以确定用户(例如,授权用户 126)具有访问由计算装置 102 控制的功能的足够的认证核准。在其他这样的实现方式中,计算装置 102 可以首先从认证图像的主题检测活跃度的指示,并且随后对认证图像执行面部识别。通过在执行面部识别之前测试活跃度,计算装置 102 可以在运行面部识别程序之前消除可能的基于欺骗的图像。在其他示例实现方式中,计算装置 102 可以与对主题分析活跃度指示同时地,即,并行地同时,执行面部识别分析。在各种情况下,可以取代“活跃度(liveness)”使用术语“活泼度(liveliness)”。为了本公开的目的,可以将术语“活泼度”和“活跃度”考虑为同义的,并且可以交换地使用。更具体地,术语“活跃度”和“活泼度”可以每一个在此用于表

示在无生命物体(例如,用于欺骗的图像或其他类似品)和活人之间的区别。

[0048] 计算装置 102 可以在选择其中执行面部识别和活跃度检测的特定序列中考虑各种标准。在一些示例中,面部识别程序和反欺骗程序可以花费不同的时间量来执行,可以耗费不同水平的计算资源,需要不同的网络和 / 或蜂窝带宽量等。作为一个示例,在其中反欺骗程序执行闪烁检测以及活跃度检测的实现方式中,反欺骗程序的执行可能比面部识别程序的执行更耗时和 / 或资源昂贵。在这个示例中,计算装置 102 可以在检测活跃度的指示之前执行面部识别。

[0049] 作为相反示例,反欺骗程序可以运行本公开的活跃度检测技术,并且可以不执行闪烁检测。在这样的实现方式中,反欺骗程序的执行可以比面部识别程序的执行更少耗时和 / 或资源昂贵。在该情况下,计算装置 102 可以在对捕获的认证图像执行面部识别分析前运行反欺骗程序(即,执行活跃度检测)。以这种方式,计算装置 102 可以通过改变其中计算装置 102 执行活跃度检测和面部识别的序列来节省时间和计算资源。在前面的段落中描述的活跃度检测可以基于检测活跃姿态和面部姿态中的一个或两者,如下所述。

[0050] 在一些示例中,计算装置 102 可以基于用户的一个或多个姿态的执行来检测活跃度的指示。计算装置 102 从其检测活跃度的姿态在此可以被称为“活跃姿态”。活跃姿态的一些说明性示例可以包括用户头部在一个或多个方向上的移动。例如,用户可以“摇动”或“转动”他的 / 她的头部,由此围绕垂直(或 y)轴来旋转头部。通过摇动 / 转动姿态产生的旋转角可以被称为“偏转角”或“航向改变角”。

[0051] 类似地,在活跃姿态的其他示例中,用户可以通过围绕水平(或 x)轴旋转头部来“点”他的 / 她的头部。通过点头姿态产生的旋转角可以被称为“俯仰角”或“仰角”。偏转角和俯仰角经常被分类为 Tait-Bryan 角,该 Tait-Bryan 角继而是 Euler 角的子集。通常,可以使用 Euler 角来区别或描述硬体的方向。例如,在面部图像的上下文中,偏转角可以描述主题的头部向右或左转动什么程度。类似地,俯仰角可以描述主题的头部向上或向下向什么程度。第三和最后的 Tait-Bryan 角经常被称为“摆动”或“内斜”,并且可以描述用户头部围绕深度(或 z-)轴的旋转,并且反映用户头部的“翘起”运动。

[0052] 面部图像可以显示所述的 Tait-Bryan 角中的任何一个或多个的某个水平。例如,如果主题面向上并且向左转动他的 / 她的头部,则该主题的对应的面部图像可以显示偏转角以及俯仰角。在计算装置 102 上运行的反欺骗程序可以实现用于下述的本公开的技术:确定如在面部图像中表示的主题头部的偏转角、俯仰角和摆动角,并且使用所确定的角度来检测各种类型的活跃姿态的存在。如果检测的活跃姿态满足特定参数(诸如满足阈值量值、匹配预定姿态特性等),则反欺骗程序可以确定捕获的认证图像是合法的。相反,如果反欺骗程序未检测到活跃姿态或检测到不满足参数的活跃姿态,则反欺骗程序可以将认证尝试识别为欺骗尝试,并且使得计算装置 102 拒绝对于用户的访问,而与面部识别程序的执行和 / 或由面部识别程序产生的结果无关。

[0053] 在计算装置 102 上运行的反欺骗程序可以以各种方式来检测活跃姿态。例如,反欺骗程序可以使得计算装置 102 捕获试图访问由计算装置 102 控制的功能的用户的多个面部图像。反欺骗程序可以然后基于所捕获的多个面部图像中的一个相对于所捕获的多个面部图像中的另一个的偏转角和俯仰角中的一个或两者来检测活跃姿态。例如,如果捕获的多个面部图像中的第二图像显示相对于捕获的多个面部图像中的第一图像的偏转角,则反

欺骗程序可以检测用户已经将他的 / 她的头部向右或左旋转, 根据情况而定。作为另一个示例, 如果第二图像显示相对于第一图像的俯仰角, 则反欺骗程序可以检测到用户已经在向上或向下方向上点他的 / 她的头部, 根据情况而定。根据在此所述的技术的一个或多个, 转头和点头中的一个或两者可以形成活跃姿态。

[0054] 基于由第二图像相对于第一图像显示的偏转角和 / 或俯仰角, 在计算装置 102 上运行的反欺骗程序可以识别偏转角量值和 / 或俯仰角量值。例如, 用户头部向用户右侧的半转动可以使得第二图像显示具有相对于第一图像的 45 度的量值的偏转角。类似地, 用户头部在向上方向上的半点头可以使得第二图像显示具有相对于第一图像的 45 度的量值的俯仰角。

[0055] 在这个示例中, 在计算装置 102 上运行的反欺骗程序可以基于偏转角量值和俯仰角量值中的一个或两者而产生活跃分值。例如, 反欺骗程序可以产生与所确定的偏转角量值和 / 或俯仰角量值成比例的活跃分值。换句话说, 更大的偏转角量值和 / 或俯仰角量值可以导致更大的活跃分值。在其中反欺骗程序检测由第二图像相对于第一图像显示的偏转角以及俯仰角的示例中, 活跃姿态可以源自偏转角量值和俯仰角量值两者的函数。在各种情况下, 反欺骗程序可以向偏转角量值附加与向俯仰角量值不同的权重。在一个这样的示例中, 如果偏转角量值与比俯仰角量值高的权重相关联, 则甚至略微的偏转角量值可能引起比更大的偏转角量值大的在活跃分值上的增大。

[0056] 另外, 在计算装置 102 上运行的反欺骗程序可以将所产生的活跃分值与阈值作比较。例如, 该阈值可以对应于与预选量值(偏转角、俯仰角或两者)的阈值活跃姿态相关联的活跃分值。反欺骗程序可以确定阈值活跃姿态具有不能容易地欺骗的特性和 / 或量值。例如, 反欺骗程序可以忽略可以从摆动角识别的任何活跃度指示, 因为二维基于欺骗的图像(诸如图像 124)可以在围绕其中心旋转时展示摆动。作为另一个示例, 反欺骗程序可以忽略基于小于特定值的偏转角和 / 或俯仰角量值的活跃度指示。通过忽略在特定值下的偏转角和 / 或俯仰角量值, 反欺骗程序可以检测在下述情况下的欺骗: 恶意用户可能呈现授权用户 126 的多个基于欺骗的图像, 该图像显示彼此最小但是仍然可识别的变化。

[0057] 基于所产生的活跃分值与阈值的比较, 在计算装置 102 上运行的反欺骗程序可以确定相对于访问由计算装置控制的功能是否拒绝对于用户的认证。更具体地, 如果从多个面部图像产生的活跃分值不满足阈值, 则反欺骗程序可以使得计算装置 102 拒绝对于用户的认证。认证的拒绝可以独立于在多个面部图像的任何个或多个上的面部识别分析的执行和 / 或结果。例如, 在其中计算装置 102 在执行反欺骗程序之前执行面部识别程序的情况下, 计算装置 102 可以拒绝认证, 即使多个面部图像的一个或多个被面部识别程序核准匹配。作为另一个示例, 在其中计算装置 102 在执行反欺骗程序后执行面部识别程序的情况下, 计算装置 102 可以拒绝认证并且拒绝对于多个面部图像的任何个执行面部识别程序。通过在该实现方式中拒绝执行面部识别程序, 计算装置 102 可以节省时间、计算资源、网络资源等。

[0058] 在一些示例中, 反欺骗程序可以使得计算装置 102 提示用户作出一个或多个活跃姿态。在一种实现方式中, 反欺骗程序可以使得解锁提示 108 包括用于作出一个或多个活跃姿态的指令。在另一种实现方式中, 反欺骗程序可以使得计算装置 102 在 GUI106 内显示独立的提示, 使得该独立的提示包括使得用户作出活跃姿态的指令。在这些和其他实现方

式中,反欺骗程序可以例如通过使用计算装置 102 的扬声器使得计算装置 102 输出音频提示。类似于作为 GUI106 的一部分提供的可视提示,音频提示可以指令用户作出一个或多个活跃姿态。

[0059] 另外,反欺骗程序可以预先确定用户要作出的活跃姿态,和 / 或从库或池随机选择一个或多个活跃姿态。作为一个示例,反欺骗程序可以提示用户作出包括用户头部在左方向上的半转的活跃姿态。更具体地,半转可以包括将用户头部从面向前(或者“正面”)方向向用户的左侧转动,由此产生在 35 和 55 度之间的偏转角。用户头部在半转后的方向在此可以被称为“中侧面”方向。

[0060] 作为另一个示例,反欺骗程序可以提示用户作出用户头部在右方向上的全转。全转可以包括将用户头部从正面方向向用户右侧转动,导致在 80 和 100 度之间的偏转角。用户头部在全转后的方向在此可以被称为“侧面”方向。在从用户检测到活跃姿态时,反欺骗程序可以确定所作出的活跃姿态是否充分地匹配在提示中指定的预定活跃姿态。例如,如果反欺骗程序提示用户作半转,但是反欺骗程序替代地检测到用户已经作了全转,则反欺骗程序可以确定检测到的活跃姿态不匹配预定活跃姿态。

[0061] 在其中所检测的活跃姿态不匹配预定活跃姿态的情况下,反欺骗程序可以使得计算装置 102 拒绝对于用户的认证,而独立于面部识别程序相对于用户的面部图像的执行和 / 或由面部识别程序相对于用户的面部图像产生的结果。相反,如果反欺骗程序确定所检测的活跃姿态匹配预定的活跃姿态,则反欺骗程序可以将任何认证确定遵从面部识别程序(例如,如果面部识别程序确定对于用户的认证图像的匹配等,则核准认证)。

[0062] 反欺骗程序可以通过使得计算装置 102 捕获用户的两个面部图像来区别偏转角(由此检测在提示中指示的活跃姿态)。在一种实现方式中,反欺骗程序可以使得计算装置 102 在活跃姿态的每一个阶段提示用户。在左半转的示例中,反欺骗程序可以提示用户提交用户头部在正面方向上的面部图像。在捕获在正面方向上的用户面部的第一图像之后,反欺骗程序可以提示用户将他的 / 她的头部向左转动范围从 35 至 55 度的角度。反欺骗程序可以然后使得计算装置 102 捕获用户面部的第二图像,并且将第二图像与第一图像作比较以检测左半转。

[0063] 在一些示例中,反欺骗程序可以使得计算装置 102 在捕获第一图像后的预定时间流逝后捕获第二图像。在其他示例中,反欺骗程序可以例如通过按压 / 致动在 GUI106 中设置的按钮来提示用户使得计算装置 102 捕获一个或两个图像。在其他示例中,反欺骗程序可以使得计算装置 102 的有视频能力的相机捕获用户的视频流,并且提取捕获的视频的帧以形成第一和第二图像。以这种方式,本公开的技术可以提供各种方式,通过该各种方式来获得从其检测活跃姿态的面部图像。

[0064] 反欺骗程序可以以各种方式将第一和第二图像作比较以检测活跃姿态。示例检测实现方式可以包括基于姿势的检测技术和基于界标的检测技术等。下面参考图 7-10 更详细地描述基于姿势的和基于界标的检测技术。另外,形成基于姿势的检测技术的基础的特定方面包括姿势识别技术。在下文中描述了用于姿势识别的示例技术(或者替代地,头部方向的识别):美国专利 No. 6, 829, 384, “OBJECT FINDER FOR PHOTOGRAPHIC IMAGES”; No. 7, 194, 114, “OBJECT FINDER FOR TWO-DIMENSIONAL IMAGES, AND SYSTEM FOR DETERMINING A SET OF SUB-CLASSIFIERS COMPOSING AN OBJECT FINDER”; 以及

No. 8, 064, 688, “OBJECT RECOGNIZER AND DETECTOR FOR TWO-DIMENSIONAL IMAGES USING BAYESIAN NETWORK BASED CLASSIFIER”, 它们每一个以它们各自的整体被包含在此。

[0065] 在一些实现方式中, 计算装置 102 可以包括或否则访问使得能够实现本公开的技术的硬件元件。例如, 计算装置 102 可以包括或耦合到三维(3-D)测距仪。3-D 测距仪可以是诸如激光器的合并技术, 用于确定到远处物体的距离、远处物体的深度等。在其中计算装置 102 使用 3-D 测距仪来实现活跃姿态检测的一些示例中, 计算装置 102 可以检测相对于第一和第二图像的与各种面部轮廓相关联的距离和深度。例如, 与第一面部图像的捕获相结合地, 计算装置 102 可以使用 3D 测距仪来识别到用户鼻尖的距离、到用户眼睛的距离等的一个或多个。另外, 与第二面部图像的捕获相结合地, 计算装置 102 可以使用 3-D 测距仪来识别到同一面部特征的距离。

[0066] 基于所作出的活跃姿态的特性, 反欺骗程序可以预期在到面部特征的距离上的特定改变。例如, 在右全转的情况下, 到用户鼻尖的距离可能基于在用户头部的正面和侧面方向之间的差而增大。另外, 3-D 测距仪当用户头部摆姿势在侧面方向上时比当用户头部摆姿势在正面方向上时可以检测到更少的轮廓。更具体地, 在正面方向上的姿势可以暴露与两眼的深度和曲率、鼻子的突出、嘴部 / 嘴唇、下颚和其他相关联的轮廓。作为比较, 在侧面方向上的姿势可能缺少与一眼(其可能不是可见的)相关联的轮廓, 减少与剩余的可见眼睛相关联的轮廓等。以这种方式, 可以通过使用 3-D 测距仪来实现和增强本公开的技术。

[0067] 在一些示例中, 反欺骗程序可以使得计算装置 102 从图像的较大的子集选择两个或更多的图像, 并且然后使用所选择的图像来检测活跃姿态。在一个说明性示例中, 反欺骗程序可以使得计算装置 102 捕获用户的三个面部图像。反欺骗程序可以然后排列来自该三个捕获的面部图像的每一个可能的对, 并且比较在每对中的图像。如果反欺骗程序基于该比较中的一个(例如, 在单对的捕获的面部图像中)来检测满意的活跃姿态, 则反欺骗程序可以相对于用户的认证遵从面部识别程序。

[0068] 在其中计算装置 102 配备有或耦合到具有视频捕获能力的图像配置装置的情况下, 反欺骗程序可以从捕获的视频流的几个帧选择第一和第二图像。在一个说明性示例中, 反欺骗程序可以排列所捕获的视频流的帧的子集(例如, 对、三元组等)。反欺骗程序可以然后比较在每一个子集内的帧。基于该比较, 反欺骗程序可以检测在一个或多个子集中的活跃姿态。例如, 一对捕获的帧可以展示用于指示向上的点头的足够俯仰。作为另一个示例, 捕获的帧的三元组可以展示用于指示然后转变为左全转的左半转所需的偏转。在另一个示例中, 捕获的帧的四元组可以显示足以指示右半转、其后向上点头、其后右全转的偏转和俯仰。在这个示例中, 四元组的第四帧可以当与四元组的第一帧作比较时显示在 80 和 100 度之间的俯仰角以及偏转角。

[0069] 在一些示例中, 反欺骗程序可以计算与帧的各个子集相关联的活跃分值, 并且基于该活跃分值来选择特定子集。例如, 如果用于一对帧的活跃分值对应于对于反欺骗程序满意的活跃姿态, 则反欺骗程序可以选择该一对帧。以这种方式, 本公开的技术可以使得能够通过选择性地编组帧 / 图像的较大的子集来检测活跃姿态。

[0070] 在一些示例中, 反欺骗程序可以实现用于与面部识别程序协作地作为以提供更鲁棒的认证机制的本公开的技术。例如, 反欺骗程序可以使得面部识别程序确定第一和第二图像是否显示用于指示一致的用户身份的足够类似度。更具体地, 与使用第一和第二图像

来检测活跃姿态的反欺骗程序相结合地,面部识别程序可以分析第一和第二图像以确定图像是否匹配以用于身份验证。在一些示例中,该匹配可以基于图像的类似度分值是否满足阈值类似度(“或类似度分值阈值”)。在这些和其他示例中,计算装置 102 可以通过下述来确定面部图像是否符合一致的用户身份:将第一图像的一个或多个特征与第二图像的一个或多个对应的特征作比较。这样的特征的示例可以包括虹膜颜色、诸如眼睛、鼻子、嘴部等的面部特征的尺寸、头发颜色和头部尺寸,这里仅列出几个。以这种方式,本公开的技术可以检测欺骗企图,同时也防范可能企图通过使用不同人的基于欺骗的图像来复制活跃姿态的恶意用户。

[0071] 在特定实现方式中,计算装置 102 可以使用面部姿态检测和 / 或识别来执行本公开的反欺骗技术。如所讨论的,在此所述的反欺骗技术可以使用面部姿态(或者替代地,“脸部姿态”),诸如双眼眨眼、单眼眨眼和可以在人脸的边界内作出的其他姿态。计算装置 102 可以检测与各种面部特征相关联的面部姿态。示例包括一只或两只眼睛(例如,用于双眼眨眼、单眼眨眼等)、嘴部区域(例如,用于包括微笑、皱眉、显示用户的牙齿、伸展用户的舌头等的姿态)、鼻子(例如,用于皱鼻子姿态等)、前额(例如,用于皱前额姿态等)、一只或两只眉毛(用于眉毛抬起和压缩姿态等)和各种其他。

[0072] 在一些实现方式中,计算装置 102 可以基于特定的面部界标来检测面部姿态。在特定示例中,计算装置 102 可以识别在多个捕获的面部图像中的面部界标。具体地说,计算装置 102 可以识别在第一面部图像中的一个或多个界标,并且在第二面部图像中识别一个或多个对应的界标。另外,计算装置 102 可以从第一和第二面部图像的每一个提取子图像,使得子图像包括识别的界标的表示。计算装置 102 可以然后比较来自第一和第二面部图像的对应的组的子图像(例如,通过确定在子图像之间的距离测量)。如果该距离测量满足或超过阈值,则计算装置 102 可以确定用户已经满意地作出了面部姿态,并且取决于核准匹配的面部识别程序,基于面部识别认证来允许用户访问由计算装置 102 控制的功能。

[0073] 在一个示例中,计算装置 102 可能试图检测双眼眨眼姿态。在这个示例中,计算装置 102 可以将第一面部图像的双眼识别为独立的界标。替代地,计算装置 102 可以将包括两眼的用户面部的区域(例如,“眼睛带”)识别为单个界标。计算装置 102 可以从第一面部图像提取包括识别的面部界标的第一子图像。另外,计算装置 102 可以从第二面部图像提取包括对应的面部界标的第二子图像。在一些实现方式中,计算装置 102 可以提取子图像使得第二图像大于第一子图像(例如,大第一图像的大小的 20% 的因子)。计算装置 102 可以提取第二子图像来作为较大图像,以试图保证第一子图像的所有细节被包括在第二子图像中。另外,通过提取作为比第一子图像大的图像的第二子图像,计算装置 102 可以保证在两个子图像之间的对应的界标的更准确和精确的对齐。通过以这种方式保证对应的界标的更好的对齐,计算装置 102 可以减小由不良对齐和与作出活跃姿态或面部姿态无关的其他因素引起的任何距离。

[0074] 为了检测用户是否已经作出了足以用于反欺骗目的的面部姿态,计算装置 102 可以计算在第一和第二子图像之间的距离测量。在示例中,计算距离测量可以包括各种步骤。例如,计算装置 102 可以缩放、旋转、校正或否则调整所提取的子图像中的一个或两者,以便规范化提取的子图像。以这种方式调整(和 / 或规范化)提取的子图像可以使得计算装置 102 能够获得子图像的标准的相关性。通过规范化子图像,计算装置 102 可以

减小在诸如在形成测量参数的区域之间的位置和空间的子图像的共享属性上的差异。在示例中,计算装置 102 可以旋转子图像中的一个,以补偿由第二面部图像相对于第一面部图像显示的偏转角、俯仰角和摆动角的一个或多个。在旋转示例中,计算装置 102 可以规范化子图像的方向。类似地,计算装置 102 可以缩放一个或两个子图像,以规范化子图像的大小。计算装置 102 可以基于检测的在第一和第二面部图像的大小上的差异来规范化子图像的大小。以这种方式,计算装置 102 可以在试图从子图像检测面部姿态之前减小在子图像之间的与用户作出面部姿态无关的差别。

[0075] 为了确定用户是否已经作出了面部姿态(在这个示例中为双眼眨眼),计算装置 102 可以测量在子图像之间的距离。在其中计算装置 102 对子图像执行多个规范化操作的情况下,计算装置 102 可以测量从第一子图像至第二子图像的每一个规范化版本的距离。计算装置 102 可以然后为了双眼眨眼检测目的而选择多个距离测量的最小距离。通过选择该最小距离,计算装置 102 可以利用来自最精确地规范化的子图像对的距离。计算装置 102 可以然后确定所测量的距离(例如,所选择的最小距离)是否指示在子图像之间的足以有资格作为足够的双眼眨眼(或其他活跃姿态,根据情况而定)的差别。在示例中,计算装置 102 可以将测量的距离与阈值作比较,以便确定是否存在足够的差别。如果测量的距离满足或超过阈值,则计算装置 102 可以检测双眼眨眼姿态,而如果测量的距离小于阈值,则计算装置 102 可以检测双眼眨眼姿态的不存在(或失败)。

[0076] 计算装置 102 可以基于在子图像的对应的像素位置之间的差来测量在子图像之间的距离。在如上所述的双眼眨眼姿态的示例中,第一和第二子图像的对应的像素位置可以分别表示角膜和眼睑的部分。另外,眼睑可以包括比角膜少的像素转变。更具体地,角膜可以显示相对于巩膜、虹膜和瞳孔的两个或更多的像素转变(例如,对比颜色)。相反,眼睑可以仅在其上边界(相对于眉毛)和下边界(相对于睫毛)处显示像素转变。

[0077] 在一些示例实现方式中,计算装置 102 可以使用三个面部图像(和三个子图像,从三个面部图像的每一个提取一个)来检测双眼眨眼姿态。在这些实现方式中,计算装置 102 可以测量在三个子图像的任何两个之间的距离以检测双眼眨眼姿态。例如,如果测量的距离满足一组参数,则计算装置 102 可以检测双眼眨眼姿态。作为一个示例参数,在第一和第二子图像之间的测量距离必须满足或超过阈值(以与眼睑的闭合对应)。作为另一个示例参数,在第一和第三子图像之间的测量的距离必须小于相同或不同的阈值(以与表示张开的眼睛的两个子图像对应)。作为另一个示例参数,测量的在第二和第三子图像之间的距离必须满足或超过相同或不同的阈值(以与眼睑的张开对应)。计算装置 102 可以在使用三个面部图像来检测双眼眨眼姿态中应用所有三个参数或这些参数的任何组合。以这种方式,本公开的技术可以提供利用变化的可用信息量来检测面部姿态的多种方式。

[0078] 如所讨论的,计算装置 102 可以实现用于检测各种面部姿态的本公开的技术。除了如上所述的双眼眨眼姿态之外,计算装置 102 可以实现技术以检测使用一只或两只眼睛作为界标的其他面部姿态,诸如单眼眨眼、在眼睛张开的同时的角膜的移动(以下称为“眼睛移动”)、眉毛移动等。另外,计算装置 102 可以基于其他面部界标来检测面部姿态,该其他面部界标包括嘴部(或一般的嘴部区域)、鼻子、前额和其他。与这些界标相关联的面部姿态可以例如包括微笑、皱眉、伸舌、张嘴姿态、皱鼻子、皱前额和各种其他。

[0079] 在单眼眨眼姿态的示例中,计算装置 102 可以将相对于一只眼睛(例如,左眼)测

量的距离与第一阈值作比较,以确定是否存在指示左眼睑的张开-关闭-张开移动的足够差别。与检测相对于左眼的足够差别相结合地,计算装置 102 可以检测右眼的静态情况(例如,右眼睑的持续张开状态)。更具体地,计算装置 102 可以测量在各种面部图像中的右眼的表示之间的距离,并且将该距离与第二阈值作比较。在右眼的情况下,计算装置 102 可以确定该距离是否小于第二阈值。换句话说,在右眼的情况下,计算装置 102 可以检测在各个面部图像上是否存在足够的类似度。该足够的类似度可以指示右眼保持在静态中(即,打开或闭合,但是没有在两者之间的过渡)。

[0080] 当使用嘴部作为界标时,计算装置 102 可以如所讨论地检测包括微笑、皱眉、舌头伸出和张开的嘴部姿态的面部姿态。作为一个具体示例,计算装置 102 可以检测张开的嘴部微笑。在张开的嘴部微笑的示例中,面部图像可以显示从起点(例如,嘴部在闭合状态中,并且在相对直或无表达的位置中)至终点(例如,嘴部在张开状态中,在向上弯曲的位置中)的转变。在这个示例中,在面部图像之一(例如,第二面部图像)中的用户嘴部的打开状态可以提供相对于表示闭合的嘴部的面部图像的另外的差别(由此增大测量的距离)。例如,第二面部图像的张开的嘴部可以包括由在嘴唇和牙齿之间的对比度引起的像素转变。相反,因为用户嘴部的闭合状态,所以第一面部图像可以包括更少的或不包括与嘴唇至牙齿对比度相关联的像素转变。作为与嘴部界标相关联的像素转变的不同数量和/或质量的结果,可以在面部图像之间存在足够的差别(即距离),以指示张嘴的微笑面部姿态。可以引起相对于嘴部界标的足够差别的面部姿态的其他示例可以包括其他类型的微笑(例如,闭合的嘴部)、皱眉(例如,因为嘴部区域的不同曲线)、舌头伸出(例如,源自由深度差别等引起的像素转变)、嘴部的张开(例如,源自由在嘴唇和张开的嘴部的表示之间的对比度引起的像素转变)和其他。

[0081] 在一些实现方式中,计算装置 102 可以实现用于提示用户作出特定的预定面部姿态的本公开的技术。在示例中,计算装置 102 可以提示用户输出与 GUI106 的通知 108 类似的通知。在这些实现方式中,计算装置 102 可以仅如果所检测的面部姿态匹配预定的面部姿态则检测有效的面部姿态以用于反欺骗目的。如所讨论的,张开嘴部的微笑可以是用于指示在几个情况下的活跃度的有效面部姿态。然而,如果在提示中指示的预定面部姿态不是张开嘴部的微笑,则计算装置 102 可以拒绝对于作出张开嘴部的微笑的用户的认证。相反,假定面部识别程序已经对所捕获的面部图像的至少一个核准了匹配,如果所检测的面部姿态匹配预定面部姿态(例如,舌头伸出),则计算装置 102 可以核准对于用户的认证。

[0082] 另外,在一些实现方式中,计算装置 102 可以配备有面部检测能力。在具体示例中,计算装置 102 可以运行或执行一个或多个面部检测程序。如所讨论的,计算装置 102 可以包括或否则耦合到具有视频捕获能力的图像捕获装置。继而,计算装置 102 可以接收作为由图像捕获装置捕获的视频流的独立帧的多个图像(包括所述的面部图像)。在这样的实现方式中,面部检测程序可以分析所捕获的视频流的多个帧(并且有时全部帧)。更具体地,面部检测程序可以分析图像和/或视频帧以确定图像/帧是否包括人脸的表示。在其中计算装置 102 配备有这样的面部检测程序的实现方式中,计算装置 102 可以对于所捕获的视频流的多个帧执行面部检测,以确定所检测的面部或活跃度的合法性。

[0083] 例如,计算装置 102 可以对于所捕获的视频流的每一个帧执行面部检测。如果面部检测相对于视频流的任何部分失败(即,如果视频流的至少一个帧不包括人脸的表示),

则计算装置 102 可以拒绝对于用户的认证。在其他示例中,面部检测程序可以限定其中可能没有人脸的帧的可接受阈值。在这些示例中,计算装置 102 可以在下述情况下核准对于用户的认证:视频流的帧未能通过面部检测分析,但是失败的帧的数量不超过限定的阈值。以这种方式,本公开的技术可以挫败恶意用户通过检索示出不同的面部表达、头部方向等的授权用户的多个图像来欺骗面部或活跃姿态的企图。

[0084] 下面使用示例算法表示的变量和相应的值的列表来呈现示例算法,通过该示例算法,可以执行本公开的一个或多个技术。

[0085] 算法 1:反欺骗

[0086] 1. 当图像帧从视频相机输出时对于图像帧运行面部检测和识别。当面部 F 匹配注册面部时,将其加到识别的面部的集 $E = \{F_1, F_2, F_3, \dots, F_N\}$ 的结尾。注意,检测步骤得出面部界标位置和面部的摆动角的估计。

[0087] 2. 如果 N (在集 E 中的面部的数量) 小于 2,则前进到步骤 1,否则继续到 3。

[0088] 3. 根据算法 2 来计算活跃度 L(E)。

[0089] 4. 如果 $L(E) == \text{真}$,则将装置解锁。

[0090] 5. 如果设备时间期满,则清空集 S,并且停止;否则,前进到步骤 1。

[0091] 算法 2:活跃度测量 L(E)

[0092] 1. $N =$ 在面部集 E 中的元素的数量。对于从 1 至 $N-1$ 的每一个 i,将面部 i 与新的面部 N 作比较,以如下检查可以混淆特征比较的因素

[0093] a. 使用从面部检测步骤的头部滚转估计来检查额外的相对旋转。对于从 1 至 $N-1$ 的每一个 i,将面部 i 与新的面部 N 作比较:

[0094] 如果 $\text{Abs}(R_N - R_i) > R_{\text{max}}$,其中, R_i 是面部 i 的摆动角,返回假,否则继续。

[0095] b. 使用来自面部检测步骤的界标位置 p_{ij} 来检查移动模糊:

[0096] i. 计算新的面部 FN 的界标的质心 $c_N : c_N = 1/3_{j=1} \sum^3 p_{Nj}$

[0097] ii. 如果 $\|c_N - c_i\| > V_{\text{max}}$,即在两个面部之间的距离超过阈值,则返回假,否则继续。

[0098] c. 使用来自面部检测步骤的界标位置 p_{ij} 来检查额外的相对缩放:

[0099] i. 计算新的面部 FN 的缩放 $S_N : S_N = 1/3_{j=1} \sum^3 \|c_N - p_{j}\|$,即,界标距界标的质心的平均距离

[0100] ii. 如果 $\text{Max}(S_N/S_i, S_i/S_N) > S_{\text{max}}$,则返回假,否则继续。

[0101] 2. 将面部图像旋转到标称位置(即,使得在眼点之间的线是水平的)

[0102] 3. 将面部图像缩放为标称大小

[0103] 4. 对于每一个特征 j,限定大小为 $M * W_{jx}, M * W_{jy}$ (通过因子 M 填充)的、围绕界标位置 p_j 为中心的面部图像的子图像

[0104] 5. 对于从 1 至 $N-1$ 的每一个 i,将面部 i 的特征与面部 N 作比较。

[0105] a. 对于每一个特征 j (两眼或嘴部)

[0106] i. 将面部 F_j 的较小(大小为 W_{jx}, W_{jy})的子图像 I_{ij} 与来自面部 FN 的对应的子图像相关。对于在较大者内的较小图像的每一个可能位置,计算差异测量(例如,规范化的欧几里德距离,1 - 相关系数)以限定相关平面。

[0107] ii. 找出在该相关平面上的差异测量的最小值。

[0108] b. 从特征的差异测量确定活跃度。例如,如果所有特征的差异大于距离阈值 DL, 则活跃度=真, 否则活跃度=假。

[0109] c. 如果活跃度对于面部 F_j 为真, 则返回真, 否则使用 $j = j+1$ 继续步骤 5。

[0110] 6. 返回假

[0111] 函数和变量

| | | |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| E | 在匹配注册面部的解锁序列中的所有面部 F 的集 | |
| L(E) | 活跃度测量; 更高的数指示更高的活跃度 | |
| [0112] | p _{ij} | 面部 i 的特征的界标坐标(x,y); 对于左眼, j=1, 对于右眼, j=2, 对于嘴部, j=3 |
| | c _{ij} | 面部 i 的界标的质心; $c_N = 1/3 \sum_{j=1}^3 p_{ij}$ |
| V _i | 面部 i 的面部速度量值, $V = \text{Max}(\ c_i - c_{i-1}\ , \ c_{i-1} - c_{i+1}\)$; TODO: 相加在缩放上的改变的测量? | |
| I _j | 特征 j 的图像 | |

[0113] 参数

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----|
| DL | 距离阈值 | 0.1 | |
| V _{max} | 速度量值阈值, 超过此, 面部可能具有运动模糊 | 5-10 | |
| [0114] | R _{max} | 旋转阈值, 如果 2 个面部的相对旋转更大, 则不比较特征 | 5 度 |
| | S _{max} | 缩放阈值, 如果 2 个面部的相对缩放更大, 则不比较特征 | 1.1 |
| W _{jx} , W _{jy} | 在像素中的特征窗口大小 | 0.5, 0.4 | |
| M | 眼睛窗口因子 | 1.2 | |

[0115] 图 2 是图示根据本公开的一个或多个方面的、用于检测在捕获的面部图像中的可能欺骗的示例计算装置的细节的框图。计算装置 200 可以是图 1A-1B 的计算装置 102 的一个非限定性示例。如图 2 的示例中所示, 计算装置 200 包括一个或多个处理器 202、存储器 204、一个或多个存储装置 206、一个或多个输入装置 209、一个或多个输出装置 210、网络接口 212、面向前相机 214 和一个或多个闪光灯 216。在一些示例中, 一个或多个处理器 202 被配置为实现用于在计算装置 200 内执行的功能和 / 或过程指令。例如, 处理器 202 可以处理在存储器 204 中存储的指令和 / 或在存储装置 206 上存储的指令。这样的指令可以包括操作系统 228 的部件、反欺骗模块 220、面部识别合格性模块 222、闪烁检测模块 224、强度模块 226、频率模块 227 和一个或多个应用 230。计算装置 200 也可以除了别的之外还包括在图 2 中未示出的一个或多个另外的部件, 诸如电源(例如, 电池)、全球定位系统(GPS)接收器和射频标识(RFID)读取器。

[0116] 在一个示例中, 存储器 204 被配置为在运行期间存储在计算装置 200 内的信息。在一些示例中, 存储器 204 被描述为计算机可读存储介质或计算机可读存储装置。在一些示例中, 存储器 204 是暂时存储器, 意味着存储器 204 的主要目的可以不是长期存储。在一些示例中, 存储器 204 被描述为易失性存储器, 意味着在存储器 204 未接收电力时存储器 204

不保存所存储的内容。易失性存储器的示例包括随机存取存储器(RAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、固态随机存取存储器(SRAM)和本领域中已知其他形式的易失性存储器。在一些示例中,存储器 204 用于存储要由处理器 202 执行的程序指令。在一个示例中,存储器 204 被在计算装置 200 上执行的软件(例如,操作系统 228)或应用(例如,一个或多个应用 230)使用来在程序执行期间暂时存储信息。

[0117] 在一些示例中,一个或多个存储装置 206 也包括一个或多个计算机可读存储介质和 / 或计算机可读存储装置。在一些示例中,存储装置 206 可以被配置为存储比存储器 204 更大量的信息。存储装置 206 可以进一步被配置为用于信息的长期存储。在一些示例中,存储装置 206 包括非易失性存储元件。这样的非易失性存储元件的示例包括磁硬盘、光盘、固态盘、软盘、快闪存储器、多种形式的电可编程存储器(EPROM)或电可擦除和可编程存储器和在本领域中已知的其他形式的非易失性存储器。

[0118] 如图 2 中所示,计算装置 200 也可以包括一个或多个输入装置 208。该输入装置 208 的一个或多个可以被配置为通过触觉、音频、视频或生物识别通道从用户接收输入。输入装置 208 的示例可以包括键盘、鼠标、触摸屏、存在敏感显示器、麦克风、一个或多个静止和 / 或视频相机、指纹读取器、视网膜扫描器或能够检测来自用户或其他源的输入并且将该输入中继到计算装置 200 的任何其他装置或者其部件。虽然在图 2 中独立地示出,但是面向前相机 214 和闪光灯 216 中的一个或两者可以在一些情况下是输入装置 208 的一部分。

[0119] 计算装置 200 的输出装置 210 在一些示例中可以被配置为通过视觉、听觉或触觉通道来向用户提供输出。输出装置 210 可以包括视频图形适配器卡、液晶显示器(LCD)监视器、发光二极管(LED)监视器、阴极射线管(CRT)监视器、声卡、扬声器或能够产生可以用户可理解的输出的任何其他装置。输出装置 210 可以也包括触摸屏、存在敏感显示器或在本领域中已知的其他能够输入 / 输出的显示器。

[0120] 计算装置 200 在一些示例中也包括网络接口 212。计算装置 200 在一个示例中利用网络接口 212 来经由诸如一个或多个无线网络的一个或多个网络与外部装置进行通信。网络接口 212 可以是网络接口卡,诸如以太网卡、光学收发器、射频收发器或可以发送和接收信息的任何其他类型的装置。这样的网络接口的其他示例可以包括在移动计算装置中的 **Bluetooth®**、3G、4G 和 **WiFi®** 无线电装置以及 USB。在一些示例中,计算装置 200 利用网络接口 212 来通过网络与外部装置无线地进行通信。

[0121] 操作系统 228 可以控制计算装置 200 和 / 或其部件的一个或多个功能。例如,操作系统 228 可以与应用 230 进行交互,并且可以促进在应用 230 与处理器 202、存储器 204、存储装置 206、输入装置 208 和输出装置 210 的一个或多个之间的一个或多个交互。如图 2 中所示,操作系统 228 可以与应用 230 和反欺骗模块 220 及其部件交互或否则耦合到它们。在一些示例中,反欺骗模块 220、面部识别合格性模块 222、闪烁检测模块 224、强度模块 226 和频率模块 227 中的一个或多个可以被包括在操作系统 228 中。在这些和其他示例中,反欺骗模块 220、面部识别合格性模块 222、闪烁检测模块 224、强度模块 226 和频率模块 227 中的一个或多个可以是应用 230 的一部分。在其他示例中,反欺骗模块 220、面部识别合格性模块 222、闪烁检测模块 224、强度模块 226 和频率模块 227 中的一个或多个可以在诸如网络位置的计算装置 200 外部被实现。在一些这样的示例中,计算装置 200 可以通过被称为“云计算”的方法使用网络接口 212 来访问和实现由反欺骗模块 220 及其部件提供的功

能。

[0122] 反欺骗模块 220 可以实现在本公开中描述的技术中的一个或多个。例如,反欺骗模块 220 可以分析用于可能欺骗的、由面向前相机 214 捕获的认证图像,并且使得操作系统 228 和 / 或应用 230 的一个或多个基于该分析核准或拒绝用户进行认证的请求。在各个示例中,反欺骗模块 220 可以利用面部识别合格性模块 222、闪烁检测模块 224、强度模块 226 和频率模块 227 中的一个或多个以分析认证图像。

[0123] 在计算装置 200 (例如使用面向前相机 214) 捕获认证图像后,反欺骗模块 220 可以通过确定认证图像是否包括人脸的表示来开始分析认证图像。例如,面部识别合格性模块 222 可以实现如上所述的面部识别技术的一个或多个以在捕获的图像中检测人脸的表示。在各个其他示例中,反欺骗模块 220 可以本身确定捕获的图像是否包括面部的表示,或者闪烁检测模块 224、强度模块 226 和频率模块 227 中的一个或多个可以用于确定捕获的认证图像是否包括面部的表示。通过确定捕获的认证图像是否包括人脸的表示,反欺骗模块 220 可以消除其中闪烁检测模块 224、强度模块 226 和频率模块 227 中的一个或多个不必要地访问对于面部识别不合格的图像的那些情况。

[0124] 反欺骗模块 220 可以然后对捕获的认证图像分析作为欺骗的特征的性质。例如,闪烁检测模块 224 可以确定认证图像是否包括角膜闪烁。在认证图像中的角膜闪烁的存在可以指示认证图像是合法的(例如,认证图像的主题是实际的人脸)。相反,在认证图像中的角膜闪烁的不存在可以指示认证是基于欺骗的(例如,认证的主题是人脸的再现图像)。闪烁检测模块 224 可以首先在认证图像中识别一只或两只眼睛(更具体地,一个或两个角膜)。闪烁检测模块 224 可以然后确定在眼睛中是否存在角膜闪烁。如果闪烁检测模块 224 确定在认证图像中不存在角膜闪烁,则闪烁检测模块 224 可以防止在计算装置 200 上运行的一个或多个面部识别程序对认证图像执行面部识别分析。以这种方式,闪烁检测模块 224 可以实现用于防止通过欺骗引起的错误认证的本公开的技术。

[0125] 在一些示例中,基于欺骗的认证图像可能包括一些水平的角膜闪烁。例如,未经授权的用户可能试图通过呈现授权用户的照片来欺骗面部识别程序。该照片可以本身包括角膜闪烁,因为该照片可能已经直接地拍摄自授权用户。在该情况下,基于欺骗的认证图像可能捕获到在照片中表示的角膜闪烁。然而,在基于欺骗的认证图像中的角膜闪烁可能消失或否则当与合法认证图像的预期的角膜闪烁相比较时不同。在这样的情况下,强度模块 226 和频率模块 227 中的一个或两者可以实现用于检测欺骗企图并且防止错误认证的本公开的技术。

[0126] 在各个实现方式中,强度模块 226 可以测量在认证图像中的角膜闪烁的强度,并且将所测量的强度与阈值强度作比较。阈值强度可以对应于在已知的合法认证图像中的角膜闪烁的强度。如果测量的强度小于阈值强度,则强度模块 226 可以防止在计算装置 200 上运行的一个或多个面部识别程序对认证图像执行面部识别分析。

[0127] 另外,强度模块 226 可以以多种方式来测量强度。在一些示例中,强度模块 226 可以基于角度度量来测量强度,诸如发光强度或辐射强度。在其他示例中,强度模块 226 可以基于区域度量来测量强度,诸如辐照度、照度和发光度。在其他示例中,强度模块 226 可以基于角度和区域度量的组合来测量强度,诸如辐射或亮度。通过以两种或更多的方式来测量强度,强度模块 226 可以在将测量的强度与阈值强度进行比较之前得出强度的更鲁棒的

测量。

[0128] 在一些实现方式中,频率模块 227 可以补充、支持或替代由强度模块 226 执行的功能。频率模块 227 可以用于测量与角膜闪烁相关联的一个或多个频率。频率可以以可见和/或不可见颜色的形式来显示。在一些示例中,频率模块 227 可以限定在捕获的认证图像中的角膜闪烁的可接受频率范围。该可接受频率范围可以基于由闪光灯 216 发射的相应光束的已知频率。例如,发射的光束的频率可以是可接受频率范围的中点。如果角膜闪烁的频率落在可接受频率范围之外(即,超过范围的上界或小于其下界),频率模块 227 可以防止在计算装置 200 上运行的一个或多个面部识别程序对认证图像执行面部识别分析。

[0129] 可以增强一些实现方式来改善鲁棒性和精度。例如,频率模块 227 可以使得计算装置 200 的闪光灯发射不同频率的两个或更多的光束,并且使得面向前相机 214 捕获与每一个光束相关联的独立认证图像。在这个示例中,光束的相应频率可以用于频率模块 227 可用。基于已知的频率,频率模块 227 可以计算指示在光束的频率之间的差的频率系数。频率模块 227 可以然后测量认证图像的每一个角膜闪烁的反射频率。基于反射的频率,频率模块 227 可以计算用于指示在反射频率之间的差的“反射频率系数”。频率模块 227 可以然后将发射的光束的频率系数与反射频率系数作比较(例如,通过计算比率)。如果计算的比率超过预编程的阈值比率,则频率模块 227 可以检测欺骗尝试,并且防止在计算装置 200 上运行的一个或多个面部识别程序对认证图像执行面部识别分析。

[0130] 虽然将诸如颜色的光学属性描述来用于相对于光的频率的示例的目的,但是可以通过对于发射和/或反射的光的其他类型的分析来识别这些光学属性。例如,可以从被称为波长的光学属性识别颜色。基于此,可以将颜色的子频谱表示为“波长范围”。波长可以是频率的数学倒数。更具体地,可以通过将 1 除以频率值来从已知的频率值得出波长。以这种方式,计算装置可以以多种方式来公开的技术,以识别角膜闪烁的质量。

[0131] 在一些实现方式中,频率模块 227 可以使得闪光灯 216 调制发射的光束的颜色。更具体地,频率模块 227 可以使得闪光灯 216 改变发射的光束的颜色。继而,闪烁检测模块 224 可以将任何检测的角膜闪烁的颜色与对应的光束的颜色作比较。频率模块 227 可以另外使得闪光灯 216 发射一系列光束,在该系列中有不同的颜色。闪烁检测模块 224 可以然后检测与该系列的每一个光束对应的角膜闪烁,并且将每一个检测的角膜闪烁的颜色与该系列的对应的光束作比较。例如,闪烁检测模块 224 可以当角膜闪烁响应于发射的蓝色光束而是蓝色和对于发射的红色光束是红色等时认证用户。以这种方式,计算装置 200 及其部件可以实现用于更鲁棒和可靠地检测可能的欺骗尝试的本公开的技术。

[0132] 如图 2 中所示,反欺骗模块 220 也可以包括角度模块 232、头部方向模块 234、界标检测模块 236 和帧率模块 238。在一些实现方式中,角度模块 232、头部方向模块 234、界标检测模块 236 和帧率模块 238 中的一个或多个可以被包括在活跃度检测模块(为了清楚而未示出)中。在各个这样的实现方式中,活跃度模块可以形成计算装置 200 的独特部分,或者可以被包括在反欺骗模块 220、应用 230 和操作系统 228 的任何一个中。

[0133] 角度模块 232 可以被配置为或否则可用于确定与由计算装置 200 及其部件(例如,面向前相机 214)捕获的面部图像相关联的角度。如相对于图 1 所述的,计算装置 200 可以捕获试图通过面部识别认证而访问由计算装置 200 控制的功能的用户的多个面部图像。在一些这样的实现方式中,角度模块 232 可以用于确定跨越捕获的多个面部图像的不同面部

图像显示的一个或多个角度,由此检测跨越多个面部图像显示的一个或多个活跃姿态。

[0134] 例如,角度模块 232 可以确定由第二捕获的面部图像相对于第一捕获的面部图像显示的 Tait-Bryan 角度,诸如偏转角和 / 或俯仰角。在第二面部图像显示相对于第一面部图像的俯仰角的情况下,反欺骗模块 220 可以检测通过用户头部的摇动指示的活跃姿态。在各个示例中,角度模块 232 (和 / 或反欺骗模块 220 的其他部件)可以将检测的角度与阈值角度作比较。在由用户头部的摇动引起的俯仰角的示例中,角度模块 232 可以将俯仰角的最小阈值(例如,25 度)设置为构成有效的活跃姿态。类似地,角度模块 232 可以设置用于指示活跃度的、用于通过用户的头部的点头而引起的俯仰角的阈值。

[0135] 如图 2 中所示,反欺骗模块 220 也可以包括头部方向模块 234。头部方向模块 234 可以在各种实现方式中被配置为或否则用于分类在特定面部图像中的用户头部的方向。在一些示例中,头部方向模块 234 可以使用姿势检测或姿势确定技术来确定在捕获的面部图像中的用户头部的方向。在各种情况下,头部方向模块 234 可以将检测的姿势匹配到预定方向,诸如正面、中侧面和侧面方向,如上所述。

[0136] 头部方向模块 234 可以基于在第一捕获的面部图像和第二捕获的面部图像之间在姿势上的差别来识别活跃姿态。在一些示例中,反欺骗模块 220 可以寻找用户头部的点头移动以确定活跃度的指示。在预定方向的上下文中,在点头移动期间的头部姿势可以符合如上所述的正面方向以及面向上和面向下方向中的一个或多个。在一些情况下,反欺骗模块 220 可以基于诸如向上点头然后向下点头的姿态序列来确定活跃度。在一种这样的情况下,反欺骗模块 220 可以使用一组四个捕获的面部图像来确定是否已经满意地作出了活跃姿态的序列。

[0137] 继而,头部方向模块 234 可以将四个捕获的面部图像的每一个的头部姿势匹配到预定头部方向。在如上所述的示例中,头部方向模块 234 可以寻求例如通过下述方式将四个面部图像的头部姿势分别匹配到正面、面向上、正面和面向下的方向:使用与在捕获的面部图像上的方向的每一个相关联的分类器和 / 或面部检测器。例如,为了估计面部的角度,头部方向模块 234 可以使用一组面部检测器,其在,每一个检测器对于头部角度的特定范围敏感。如果头部方向模块 234 确定(例如,使用面部检测器)四个面部图像(以它们被捕获的顺序)符合如上列出的预定头部方向,则头部方向模块 234 可以确定用户已经满意地作出了活跃姿态序列以用于反欺骗目的。相反,如果头部方向模块 234 检测到跨越四个面部图像的不一致的情况,则反欺骗模块 220 可以确定用户试图欺骗在计算装置 200 上运行的面部识别程序,或者捕获的面部图像提供了所请求的活跃姿态系列的非决定性的指示。有助于不一致的因素的示例包括错误的姿势序列、一个或多个缺少的姿势、不与对应的预定头部方向匹配的一个或多个姿势和其他。在不一致的任何情况下,反欺骗模块 220 可以使得计算装置 200 拒绝对于试图经由面部识别认证的用户的认证。

[0138] 如图 2 中所示,反欺骗模块 220 可以包括界标检测模块 236。界标检测模块 236 可以被配置为检测在面部图像中的面部界标(或面部界标的组合)的存在和 / 或不存在,以便识别活跃姿态。例如,在头部摇动移动的示例中,面部图像的眼睛可以用作指示的面部界标。例如,当用户作出了左全转时,面部图像的左眼可以在大小上减小,并且最后从可见到看不见。更具体地,左眼可能(例如,在左全转的完成时)在与右侧面方向一致的面部图像中不可见。

[0139] 在这样的示例中,界标检测模块 236 可以检测在第一捕获的面部图像(其可以与如上所述的正面方向一致)中的左眼和右眼两者的存在。在随后(例如,第二、第三等)的捕获的面部图像中,界标检测模块 236 可以检测左眼的不存在。基于由界标检测模块 236 检测的从第一面部图像向随后的面部图像的转变(即,从左眼的存在至不存在),反欺骗模块 220 可以确定用户已经满意地作出了活跃姿态以用于反欺骗目的。界标检测模块 236 可以在活跃姿态的检测中使用各种面部界标。示例包括:可能在正面方向上而不是中侧面和侧面方向上可见的鼻座(在鼻子的垂直底部和水平中间部分处的点);耳垂,其可以在各种方向上的不同尺寸和细节水平中可见;等等。另一个示例可以是鼻梁(在鼻子上在虹膜之间的中点处的点),其可能在侧面方向上不可见(或不存在)而在正面方向上可见。

[0140] 如图 2 中所示,反欺骗模块 220 也可以包括帧率模块 238。如所讨论的,计算装置 200 可以在各个示例中捕获作为视频流的帧的面部图像(例如,在其中面向前相机 214 具有视频捕获能力的实现方式中)。例如,反欺骗模块 220 可以继续监视由面向前相机 214 捕获的视频流,以检测由视频流的两个或更多帧指示的活跃姿态。在一些这样的情况下,用户可能试图通过在面向前相机 214 之前(例如,在用于指示活跃姿态的足够不同的姿势中)呈现授权用户的两个基于欺骗的图像来欺骗在计算装置 200 上运行的面部识别程序。

[0141] 为了防止在上面的示例中所述的欺骗,反欺骗模块 220 可以使用帧率模块 238。更具体地,帧率模块 238 可以被配置为监视捕获视频流的频率。可以在诸如每秒的帧的、每个单位时间的帧的数量上表达该频率。如果帧率模块 238 对于欺骗面部识别程序的用户确定捕获的视频流的帧率足够低(例如,小于阈值频率),则反欺骗模块 220 可以确定捕获的视频流容易欺骗,并且拒绝通过面部识别的用户认证。以这种方式,帧率模块 238 可以当计算装置 200 使用视频流来确定活跃度的指示时防止通过欺骗的错误认证。

[0142] 在一些实现方式中,反欺骗模块 220 可以使用除了帧率之外的因素来确定捕获的视频流的合法性。在一个这样的实现方式中,反欺骗模块 220 可以连续地对于捕获的视频流的所有帧执行面部检测。如果面部检测在捕获的视频流期间的任何点处失败,则反欺骗模块 220 可以确定捕获的视频流易于受到欺骗企图的影响,因为用户可能在视频流的捕获期间不总是在面向前相机 214 之前。在另一种实现方式中,反欺骗模块 220 可以使得计算装置 200 的面部识别程序对捕获的视频流的所有帧持续执行面部识别。在该情况下,反欺骗模块 220 可以在其中面部识别在捕获的视频流期间的任何点处失败的情况下确定欺骗企图。以这种方式,本公开的技术可以提供鲁棒的机制,以当使用视频流检测指示活跃度的姿态时避免通过欺骗的错误认证。

[0143] 如图 2 中所示,反欺骗模块 220 也可以包括子图像模块 240。子图像模块 240 可以实现在此所述的特定技术,诸如提取表示面部界标的子图像。在一些特定实现方式中,子图像模块 240 可以与界标检测模块 236 组合地作为。在这样的实现方式中,界标检测模块 236 可以向子图像模块 240 供应或否则传送特定面部界标。作为响应,子图像模块 240 可以从多个捕获的图像中的每一个面部图像提取子图像,使得提取的子图像包括所供应的面部界标的表示。如所讨论的,子图像模块 240 可以从各种捕获的面部图像提取不同大小的子图像。在一些情况下,子图像模块 240 可以调整所提取的子图像中的一个或多个,以获得子图像的标准的相关。

[0144] 如相对于图 1 所述,调整(或“规范化”)子图像可以包括旋转、缩放或否则修改子

图像中的一个或多个以去除从除了面部或活跃姿态之外的起因引起的任何剩余的伪像。这样的伪像可以例如包括过量的旋转差、过量的缩放差和移动模糊。例如,如果一对图像的相对旋转/缩放超过阈值,则反欺骗模块 220 可以忽略那对图像。类似地,如果面部的位置/缩放在相邻帧之间显著地改变,反欺骗模块 220 可以通过忽略(即,不测试活跃度)面部对而顾及移动模糊。在移动模糊的一些情况下,子图像模块 240 可以规范化子图像以消除或否测不考虑从移动模糊产生的差别。在下文中描述了移动模糊的方面和由移动模糊引起的问题:US 专利申请编号 13/524745,“FACIAL IMAGE QUALITY ASSESSMENT”,其整体被包含在此。类似地,在图像大小差异的情况下,反欺骗模块 220 (和/或其部件)可以缩放、大小调整、裁切或否则调整捕获的面部子图像和/或提取的子图像。

[0145] 在面向前相机 214 或由计算装置 200 控制的其他图像捕获装置包括视频捕获能力的情况下,面部识别合格性模块 222 可以确定视频流的帧是否包括人脸的表示。如果特定数量的帧(根据配置和设置不同)不包括人脸的表示,则面部识别合格性模块 222 可以使得反欺骗模块 220 拒绝对于用户的认证。面部识别合格性模块 222 也可以在其中计算装置 200 获得两个或更多静止图像(即,不从视频流)来用于检测面部姿态或活跃姿态的目的的情况下,实现面部检测技术。

[0146] 在图 2 中所示的实现方式中,反欺骗模块 220 包括面部识别模块 242。面部识别模块 242 可以被配置为或可用于执行如上相对于图 1 的计算装置 102 的面部识别程序所述的面部识别技术。在示例中,面部识别模块 242 可以例如通过操作系统 228 或作为应用 230 的一部分而独立于反欺骗模块 220 被实现。面部识别模块 242 可以对于由计算装置 200 (例如,使用面向前相机 214)接收的面部图像核准或拒绝匹配以用于面部识别认证目的。在示例中,面部识别模块 242 可以将面部图像与授权用户的面部的注册图像或其他(例如,数学)表示作比较。

[0147] 在各个实现方式中,反欺骗模块 220 可以作为检测面部姿态和/或活跃姿态的一部分从可获得的面部图像的较大的超集选择多个面部图像。在一个说明性示例中,面向前相机 214 可以捕获三个面部图像来用于检测面部姿态和/或活跃姿态的目的。在该三个面部图像中,反欺骗模块 220 可以确定第一图像和第二图像相对于彼此显示面部姿态和/或活跃姿态。在该情况下,反欺骗模块 220 可以忽略第三图像,并且基于由第一图像和第二图像显示的面部姿态和/或活跃姿态,向用户核准认证。以这种方式,反欺骗模块 220 可以基于由第一和第二图像相对于彼此显示的检测的面部姿态来选择第一图像和第二图像。

[0148] 图 3 是图示根据本公开的一个或多个方面的、包括由计算装置识别来检测在面部图像中的可能欺骗的角膜闪烁的示例面部图像的概念图。面部图像 300 可以由诸如计算装置 102 或 200 的计算装置捕获的认证图像的示例,而不论是基于欺骗的还是合法的。计算装置可以实现用于检测和分析角膜闪烁 306 以确定面部图像 300 是基于欺骗的还是合法的本公开的技术。仅为了容易说明的目的,相对于面部图像 300 的主题的右眼的角膜闪烁 306 来说明图 3。在运行中,根据本公开的计算装置可以检测和分析角膜闪烁 306、主题左眼的角膜闪烁或两者。

[0149] 类似地,图 3 包括作为非限定性示例选择的特定面部元素的图示。更具体地,图 3 图示虹膜 302 和瞳孔 304。如图 3 中所示,虹膜 302 和瞳孔 304 可以提供背景,相对于背景,诸如角膜闪烁 306 的光反射可能更清楚地可见。在一些示例中,角膜闪烁 306 可以包括被称

为“亮光”的光反射或其一部分。亮光可以包括角膜周围、特别是在周围被明亮地照明的情况下的反射。虹膜 302 和瞳孔 304 的本质可以反射光和位于明亮地照明的环境中的图像，引起亮光的现象。

[0150] 如所讨论的，根据本公开的计算装置可以在面部图像 300 中检测角膜闪烁 306 的存在，以确定面部图像 300 是否合法或基于欺骗。在一些示例中，计算装置可以仅基于角膜闪烁 306 的存在而确定面部图像 300 是合法的。在其他示例中，计算装置可以分析角膜闪烁 306，并且使用角膜闪烁 306 的一个或多个分析的特性或特征来确定面部图像 300 是合法的还是基于欺骗的。

[0151] 在一些示例中，计算装置可以分析角膜闪烁 306 的两个或更多的反射强度，以确定面部图像 300 是合法的还是基于欺骗的。例如，计算装置可以捕获两个不同的面部图像。每一个面部图像可以与不同强度的光束相关联。例如，在捕获第一面部图像的同时，计算装置可以发射具有高强度的闪光。然而，在捕获第二面部图像的情况下，计算装置可以发射具有低亮度的闪光。

[0152] 基于已知强度，计算装置可以计算指示在发射的闪光的强度之间的差的强度系数。计算装置可以然后测量在每一个面部图像中的角膜闪烁 306 的反射强度。基于反射的强度，计算装置可以计算“反射强度系数”，该“反射强度系数”指示在反射的强度之间的差。计算装置可以然后将发射的闪光的强度系数与反射的强度系数作比较（例如，通过计算比率）。如果所计算的比率超过或否则不同于预编程的阈值比率，则计算装置可以检测欺骗企图，并且防止在计算装置上运行的一个或多个面部识别程序对认证图像执行面部识别分析。在这个示例中，第一面部图像可以作为“参考面部图像”，相对于该参考面部图像，计算装置可以比较第二面部图像。

[0153] 图 4 是图示根据本公开的一个或多个方面的、包括被计算装置识别来检测在面部图像中的可能欺骗的角膜闪烁的眼睛的示例图像的概念图。图 4 图示包括虹膜 404 和瞳孔 406 的眼睛 400 的特写视图。虹膜 404 和瞳孔 406 的部分包括角膜闪烁 402。如所讨论的，角膜闪烁 402 可以被在眼睛 400 附近中的自然和 / 或人造光源引起，可以被光束的发射引发，或者其任何组合。

[0154] 在图 4 的示例中，角膜闪烁 402 包括两个部分，即，清楚的下部 408 和模糊的上部 410。在一些情况下，模糊的上部 410 可以表示被称为“镜面高光”的常见现象。镜面高光可以因为眼睛 400 的曲率、在眼睛 400 周围的光的亮度、眼睛 400 与光源的近距离和各种其他因素而出现。在一些示例中，计算装置可以实现用于基于镜面高光的存在而识别合法面部图像的本公开的技术。如所讨论的，镜面高光的常见原因是眼睛 400 的曲率，并且因此，用于欺骗的照片可能不能产生镜面高光。以这种方式，本公开的技术可以利用镜面高光的现象来检测可疑的欺骗企图。

[0155] 在其他示例中，角膜闪烁 402 的模糊的上部 410 可以是由诸如眼镜的镜片的、除了眼睛 400 之外的物体引起的反射。在其中用户佩戴眼镜的一些示例中，角膜闪烁 402 的模糊的上部 410 可以与角膜闪烁 402 的清楚的底部分离。实现本公开的技术的计算装置可以识别角膜闪烁 402 中的一个或两个部分，以识别合法的面部图像。以这种方式，本公开的技术可以即使在其中通过用户佩戴眼镜的需求而使得角膜闪烁失真的情况下也允许通过授权用户的认证。

[0156] 图 5 是图示根据本公开的一个或多个方面的、可以被计算装置执行来检测在捕获的面部图像中的可能欺骗的示例过程的流程图。过程 500 可以当计算装置启动光束的发射时开始(502)。如所讨论的,根据本公开,光束的示例可以由计算装置的闪光灯或耦合到计算装置的闪光灯发射的闪光。计算装置捕获面部的图像(504)。图像可以在一些示例中是用于通过面部识别的认证的目的的认证图像。

[0157] 在图 5 的示例中,计算装置识别在捕获的面部图像中的至少一只眼睛(506),并且计算装置检测角膜是否包括光的反射(508)。更具体地,角膜可以形成在捕获的面部图像中识别的至少一只眼的面向前的暴露部分。另外,该反射可以与发射的光束相关联,并且可以包括角膜闪烁、作为角膜闪烁或作为角膜闪烁的一部分。

[0158] 基于该检测的成功,计算装置确定是否企图通过面部识别的认证(510)。更具体地,如果计算装置未检测到光的反射,则计算装置可以不对捕获的面部图像运行一个或多个面部识别程序。相反,如果计算装置成功地检测到光的反射,则计算装置可以对捕获的面部图像运行一个或多个面部识别程序。基于面部识别程序是否识别在捕获的面部图像和至少一个存储的注册图像之间的匹配,计算装置可以分别核准或拒绝认证。

[0159] 图 6 是图示根据本公开的一个或多个方面的、可以被计算装置执行来检测在捕获的面部图像中的可能欺骗的示例过程的流程图。过程 600 仅是根据本公开的计算装置的一个示例操作。通常,计算装置可以在一个或多个面部识别程序评估认证图像后实现过程 600 以检查角膜闪烁。

[0160] 过程 602 可以当计算装置捕获参考图像(602)时开始。在一些情况下,计算装置可以在捕获参考图像前停止光源,诸如闪光灯、基于显示器的光源等。计算装置可以然后检测在参考图像中是否存在人脸的表示(604)。如果在参考图像中不存在面部,则计算装置可以自动地或者通过提示用户提交另一个参考图像来再一次捕获参考图像。

[0161] 如果计算装置成功地在参考图像中检测到面部,则计算装置可以捕获测试图像(606)。在捕获测试图像时,计算装置可以激活一个或多个光源,诸如闪光灯、基于显示器的光源等。计算装置可以然后对测试图像执行面部识别(608)。更具体地,在计算装置上运行的面部识别程序可以将测试图像与在计算装置上存储的一个或多个注册图像作比较。基于该比较,计算装置可以确定是否对测试图像核准匹配,以用于面部识别的目的(610)。如果测试图像不合格用于面部识别匹配,则计算装置可以拒绝对由计算装置控制的一个或多个功能的访问(614)。

[0162] 另一方面,如果测试图像不合格用于面部识别匹配,则计算装置可以试图检测在测试图像中的角膜闪烁(612)。计算装置可以使用检测角膜闪烁的客观或者主观方法。在一个示例客观方法中,计算装置可以仅分析测试图像。在一个示例主观方法中,计算装置可以通过将测试图像与参考图像作比较来检测角膜闪烁。

[0163] 如所讨论的,计算装置可以在将光源停止的情况下捕获参考图像。然而,计算装置可以在激活一个或多个光源的同时捕获测试图像。结果,计算装置可以在测试图像中而不是在参考图像中引发角膜闪烁(如果测试图像是合法的面部图像)。如果测试图像当与参考图像相比时显示足够的角膜闪烁,则计算装置可以检测角膜闪烁以用于步骤 612 的目的。

[0164] 基于角膜闪烁检测的结果,计算装置可以采取各种动作。如果计算装置成功地检测角膜闪烁,则计算装置可以基于面部识别认证允许访问由计算装置控制的功能(616)。基

于面部识别匹配(610)和角膜闪烁检测(616),计算装置可以确定测试图像是合法面部图像,而不是基于欺骗的。然而,如果计算装置未能检测到角膜闪烁,则计算装置可以拒绝通过面部识别认证的访问(614)。基于未能检测到角膜闪烁,计算装置可以确定测试图像是基于欺骗的,并且因此防止通过欺骗的错误认证。

[0165] 虽然为了示例的目的而以特定顺序描述了过程 600 的步骤,但是装置可以根据本公开的一个或多个方面以不同顺序实现这些步骤。在一些示例中,该装置可以同时(或基本上同时)执行闪烁检测和面部识别。例如,该装置可以同时开始闪烁检测和面部识别两者,或者在另一个仍然在进行的的同时开始一个。在其他示例中,该装置可以在面部识别之前执行闪烁检测,并且反之亦然。在其中该装置在执行面部识别后执行闪烁检测的示例中,该装置可以基于不足的闪烁来拒绝认证,而与面部识别的结果无关。以这种方式,可以以各种顺序来实现本公开的技术,以实现在此所述的反欺骗目标。

[0166] 虽然主要相对于解锁计算装置描述以用于示例的目的,但是可以在各种情况下实现本公开的技术。在一些情况下,根据本公开的计算装置可以控制诸如门锁的另一个装置的功能。在这些示例中,面部识别程序可以使得门锁从锁定至解锁状态转变,使用网络接口或其他通信信道来传送面部识别匹配。这样的门锁可以用在各种实际情况下,以例如控制对于包含有价值的数据和文档的保险箱、汽车、或用于诸如在医疗设施中的、受控制的物质的存储区域的访问。在这样的示例中,计算装置可以实现用于检测欺骗企图并且防止在可能敏感的情况下通过面部识别的错误认证的本公开的技术。

[0167] 另外,可以以闪烁检测的形式来应用本公开的技术。实现该技术的装置可以取代闪烁检测或作为闪烁检测的补充执行双眼眨眼检测。在一种实现方式中,该装置可以以明亮的闪光的形式来发射光束。该装置可以使得闪光足够亮以使得用户不知不觉地双眼眨眼。该装置可以在至少一个捕获的认证图像中检测双眼眨眼(完全或部分地闭合的一只或两只眼睛)。在其他实现方式中,该装置可以显示用于指示用户在特定时间范围内双眼眨眼的消息。在一种这样的实现方式中,该装置可以捕获多个认证图像,并且验证用户在与当他(她)被指示双眼眨眼时的时间对应的认证图像中双眼眨眼。在另一种这样的实现方式中,该装置可以捕获单个认证图像,并且验证捕获的图像包括双眼眨眼的指示。当除了在此描述的闪烁检测技术之外被实现时,双眼眨眼检测可以增加可靠性和鲁棒性。当以单独方式来实现时,双眼眨眼检测可以通过下述方式来提供替代的反欺骗措施:验证捕获的图像是响应用户的图像,而不是用户的静态画面或预先记录的视频。以这种方式,本公开的技术可以包括使用双眼眨眼检测来执行和/或增强在此所述的反欺骗措施。

[0168] 图 7 是与水平 x 轴 702 和垂直 y 轴 704 叠加的面部图像 700,面部图像 700 围绕水平 x 轴 702 和垂直 y 轴 704 来分别显示俯仰和偏转。如所讨论的,面部图像 700 可以当围绕 y 轴 704 旋转时显示偏转角。替代地,其中用户已经向左或右转的面部图像可以显示相对于面部图像 700 的偏转角。类似地,面部图像 700 可以当围绕 x 轴 702 旋转时显示俯仰角,或其中用户面向上或下的面部图像可以显示相对于面部图像 700 的俯仰角。

[0169] 图 8A-8C 是显示变化的量值和方向的俯仰的面部图像。图 8A 图示具有零(或接近零)度的俯仰角的面向前的面部图像 802。在如上所述的姿势和头部方向的上下文中,面向前的面部图像 802 可以符合正面方向。如图 8A 中所示,面向前的面部图像 802 可以表示在用户直接地面向图像捕获装置的同时的用户的面部。

[0170] 图 8B 图示面向上的面部图像 820。面向上的面部图像 820 可以显示相对于在图 8A 中所示的面向前的面部图像 802 的可识别水平的俯仰。例如,在特定的测量技术下,面向上的面部图像 820 可以显示相对于 8A 的面向前的面部图像 802 的 35 度和 55 度之间的俯仰角。在如上所述的姿态和头部方向的上下文中,面向上的面部图像 820 可以符合面向上的方向。

[0171] 图 8C 图示面向下的面部图像 840。面向下的面部图像 840 可以显示相对于在图 8A 中所示的面向前的面部图像 802 以及图 8B 的面向上的面部图像 820 的可识别水平的俯仰。例如,在特定的测量技术下,面向下的面部图像 840 可以显示相对于 8A 的面向前的面部图像 802 的 35 度和 55 度之间的俯仰角。在这些和其他测量技术下,面向下的面部图像 840 可以显示相对于 8B 的面向上的面部图像 820 的 70 度和 110 度之间的俯仰角。在如上所述的姿态和头部方向的上下文中,面向下的面部图像 840 可以符合面向下的方向。

[0172] 图 9A-9E 是显示变化的量值和方向的偏转的面部图像。图 9A 图示具有零(或接近零)度的偏转角的面向前的面部图像 910。在如上所述的姿态和头部方向的上下文中,面向前的面部图像 910 可以符合正面方向。如图 9A 中所示,面向前的面部图像 910 可以表示在用户直接面向图像捕获装置的同时的用户的面部。

[0173] 图 9B 图示部分面向右的面部图像 920。部分面向右的面部图像 920 可以显示相对于在图 9A 中所示的面向前的面部图像 910 的可识别水平的偏转。例如,在特定的测量技术中,部分面向右的面部图像 920 可以显示相对于图 9A 的面向前的面部图像 910 的 35 度和 55 度之间的偏转角。在如上所述的姿态和头部方向的上下文中,部分面向右的面部图像 920 可以符合中侧面或部分侧面方向。

[0174] 图 9C 图示部分面向左的面部图像 930。部分面向左的面部图像 930 可以显示相对于在图 9A 中所示的面向前的面部图像 910 的可识别水平的偏转。例如,在特定的测量技术中,部分面向左的面部图像 930 可以显示相对于图 9A 的面向前的面部图像 910 的 35 度和 55 度之间的偏转角。另外,在类似的测量技术下,部分面向左的面部图像 930 可以显示相对于图 9B 的面向右的面部图像 920 的 70 度和 110 度之间的偏转角。在如上所述的姿态和头部方向的上下文中,部分面向左的面部图像 930 可以符合中侧面或部分侧面方向。

[0175] 图 9D 图示面向右的面部图像 940。面向右的面部图像 940 可以显示相对于在图 9A 中所示的面向前的面部图像 910 的可识别水平的偏转。例如,在特定的测量技术中,面向右的面部图像 940 可以显示相对于图 9A 的面向前的面部图像 910 的 80 度和 110 度之间的偏转角。另外,在类似的测量技术下,面向右的面部图像 940 可以显示相对于图 9B 的部分面向右的面部图像 920 的 35 度和 55 度之间的偏转角。在如上所述的姿态和头部方向的上下文中,面向右的面部图像 940 可以符合侧面方向。

[0176] 图 9E 图示面向左的面部图像 950。面向左的面部图像 950 可以显示相对于在图 9A 中所示的面向前的面部图像 910 的可识别水平的偏转。例如,在特定的测量技术中,面向左的面部图像 950 可以显示相对于图 9A 的面向前的面部图像 910 的 80 度和 110 度之间的偏转角。另外,在类似的测量技术下,面向左的面部图像 950 可以显示相对于图 9B 的部分面向右的面部图像 920 的 35 度和 55 度之间的偏转角。而且,在类似的测量技术下,面向左的面部图像 950 可以显示相对于图 9D 的面向右的面部图像 940 的 160 度和 200 度之间的偏转角。在如上所述的姿态和头部方向的上下文中,面向左的面部图像 950 可以符合侧面

方向。

[0177] 图 10A-10C 是根据本公开的一个或多个方面的、可以使用旋转角和 / 或一个或多个面部界标从其识别不同的偏转量值的一系列面部图像。图 10A-10C 的每一个包括 y 轴 1006, 围绕其可以建立和测量偏转角。图 10A 图示面向前的面部图像(即在正面方向上的面部图像)。另外, 图 10A 包括面部界标, 该面部界标包括左眼 1002 和右耳垂 1004。如图 10A 中所示, 左眼 1002 在正面方向上的面部图像中以其大体整体可见。相反, 右耳垂 1004 的仅一部分在正面方向上的面部图像中可见。

[0178] 图 10B 图示在中侧面方向上的面部图像, 并且更具体地, 部分面向左的面部图像。相对于图 10A 的面向前的面部图像, 图 10B 的部分面向左的面部图像显示围绕 y 轴 1006 的第一偏转角 1022。另外, 与图 10A 的界标对应的界标可能是对于与在图 10B 的部分面向左的面部图像中不同的量值可见。例如, 与图 10A 的面向前的面部图像相反, 左眼 1020 在图 10B 中仅部分可见。相反, 与图 10A 的面向前的面部图像作比较, 右耳垂 1024 在图 10B 的部分面向左的面部图像中更详细地可见。

[0179] 图 10C 图示在侧面方向上的面部图像, 并且, 更具体地, 面向左的面部图像。相对于图 10A 的面向前的面部图像和 / 或图 10B 的部分面向左的面部图像, 图 10C 的面向左的面部图像显示围绕 y 轴 1006 的第二偏转角 1024。相对于图 10C, 与图 10A-10B 的界标对应的界标可能是不可见的或对于与在图 10A-10B 的面部图像中不同的量值可见。例如, 图 10C 的面向左的面部图像不包括对应于用户左眼的可见界标。这与图 10A 和 10B 相反, 图 10A 和 10B 分别包括完全可视和部分可视的左眼界标。相反, 与图 10A 和 10B 的部分可见的右耳垂 1004 和 1024 相反, 图 10C 的面向左的面部图像包括完全可视的右耳垂 1044。

[0180] 图 11 图示示例过程 1100, 通过该过程, 计算装置可以执行在此所述的一个或多个反欺骗技术。虽然可以仅为了清楚的目的而根据本公开通过各种计算装置执行过程 1100, 但是将参考图 1A-1B 的计算装置 102 来描述图 11。过程 1100 可以当计算装置 102 接收到第一面部图像时开始(步骤 1101)。另外, 计算装置 102 可以接收第二面部图像, 其中, 第一和第二面部图像每一个包括用户面部的表示(步骤 1102)。计算装置 102 可以从诸如在计算装置 102 中包括或否则耦合到计算装置 102 的相机的图像捕获装置接收面部图像。另外, 所接收的面部图像中的至少一个可能已经被由计算装置 102 控制的面部识别程序核准匹配(例如, 用于认证目的)。

[0181] 计算装置 102 可能企图基于接收的面部图像来检测活跃姿态(确定块 1104)。如果计算装置 102 基于接收的面部图像未能检测到活跃姿态, 则计算装置 102 可以再一次接收第二面部图像的新的实例, 以与原始捕获的第一眼面部图像作比较(即, 返回到步骤 1102)。然而, 如果计算装置 102 基于接收的面部图像成功地检测到活跃姿态, 则计算装置可以基于检测的活跃姿态的一个或多个属性来产生活跃分值(步骤 1106, 在下面更详细地描述)。计算装置 102 可以基于第一面部图像和第二面部图像的特定比较来检测活跃分值。例如, 计算装置 102 可以基于由第二面部图像相对于第一面部图像显示的偏转角和俯仰角中的一个或两者来检测活跃姿态。如所讨论的, 偏转角可以对应于围绕垂直(y-) 轴的转变, 并且俯仰角可以对应于围绕水平(x-) 轴的转变。

[0182] 如所述的, 如果计算装置 102 基于接收的面部图像而成功地检测到活跃姿态, 则计算装置可以基于所检测的活跃姿态的一个或多个属性来产生活跃分值(步骤 1106)。例

如,计算装置 102 可以基于偏转角量值和 / 或俯仰角量值来产生活跃分值。在示例中,活跃分值可以与偏转角量值和 / 或俯仰角量值直接成比例,即,偏转角量值和 / 或俯仰角量值的越大的值可以导致活跃分值的越大的值。

[0183] 计算装置 102 可以确定所产生的活跃分值是否满足阈值(确定块 1110)。该阈值可以指示用于反欺骗目的的活跃姿态的最小量。如果所产生的活跃分值满足阈值,则计算装置 102 可以允许相对于由计算装置 102 控制的一个或多个功能的认证(步骤 1116)。另一方面,如果活跃分值不满足阈值,则计算装置 102 可以拒绝相对于一个或多个功能的用户认证(步骤 1114)。

[0184] 在几种实现方式中,计算装置 102 可以在初始拒绝认证后执行定时器。在定时器仍然在运行的同时,计算装置 102 可以继续监视第二面部界标的另一个实例。更具体地,计算装置 102 可以(例如,周期地)检查定时器是否已经期满(确定块 1118)。如果定时器还没有期满,则计算装置 102 可以接收第二面部图像的另一个实例(即,返回到步骤 1102)。

[0185] 图 12 是面部图像 1200,该面部图像 1200 具有示例面部界标,该示例面部界标包括在提取的子图像中表示的右眼 1208 和嘴部区域 1206。更具体地,在第一子图像 1210 和第二子图像 1212 中表示右眼 1208。类似地,在第三子图像 1202 和第四子图像 1204 中表示嘴部区域 1206。实现在此的技术的计算装置可以从共同的面部图像(例如,“第一图像”)提取第一子图像 1210 和第三子图像 1202。类似地,计算装置可以从第二图像提取第二子图像 1212 和第四子图像 1204 两者。虽然第一子图像 1210 和第二子图像 1212 (类似于第三子图像 1202 和第四子图像 1204)可以源自不同的面部图像,但是为了清楚和比较讨论的目的,在此相对于面部图像 1200 描述所有四个子图像。

[0186] 如所讨论的,计算装置可以从独立的面部图像提取面部界标的子图像,并且以各种方式中的任何一种来比较子图像,该各种方式包括计算在子图像之间的测量距离。例如,作为检测眼睛移动姿态的一部分,计算装置可以计算在第一子图像 1210 和第二子图像 1212 之间的距离。类似地,作为检测皱眉姿态的一部分,计算装置可以测量在第三子图像 1202 和第四子图像 1204 之间的距离。另外,作为检测前额皱纹或鼻子皱纹的一部分,计算装置可以测量在面部图像 1200 的表示前额区域和鼻子的子图像(仅为了清楚的目的而未示出)之间的距离。另外,第二子图像 1212 和第四子图像 1204 大于第一子图像 1210 和第三子图像 1202,如相对于图 1 所述的。

[0187] 在一些示例中,在面部图像 1200 中,嘴部区域 1206 可以作为对于右眼 1208 的“补充界标”。例如,计算装置可以提示用户作出面部姿态的序列或系列。该系列可以包括基于诸如右眼 1208 和嘴部区域 1206 的不同界标的面部姿态。例如,该系列可以包括眼睛移动和皱眉姿态(计算装置可以或不指定作出这些姿态的特定顺序)。在这个示例中,右眼 1208 可以形成主界标,并且嘴部区域 1206 可以形成补充界标,或者反之亦然。在一些示例中,主界标可以与诸如右眼 1208 和右眉毛(仅为了清楚而未调出)的补充界标共享共同的区域。在诸如右眼 1208 和嘴部区域 1206 的其他示例中,主界标和补充界标可以不共享共同的区域。

[0188] 各种实现方式可以要求如上所述的面部姿态和活跃姿态的任何组合。在各个示例中,所作出的姿态的顺序可以或不相关。作为一个示例,实现本公开的技术的计算装置可以允许基于以任何顺序的双眼眨眼和向上点头的组合的认证。在另一个示例中,可以实

现本公开的技术的计算装置可以允许仅以单眼眨眼和左半转特定顺序的序列的认证。以这种方式,本公开的技术可以使能基于在此所述的面部姿态和活跃姿态的各个组、集、系列和序列的反欺骗测量。

[0189] 图 13 是图示闭合的眼睛 1300 的示例图像的概念图。闭合的眼睛 1300 可以是在闭合状态中的(图 4 的)眼睛 400 的表示。另外,闭合的眼睛 1300 可以指示单眼眨眼或双眼眨眼姿态(即,涉及一只眼或两只眼的关闭的面部姿态)的一部分。如图 14 中所示,闭合的眼睛 1300 的相当大的一部分被眼睑 1310 占用。如所讨论的,由眼睑 1310 覆盖的区域可以显示很少至没有的像素转变,因为诸如一致的皮肤颜色等的因素。作为比较,图 4 的眼睛 400 可以显示大量的像素转变,因为诸如虹膜 404、瞳孔 406 和闪烁 402 等的特征的可见性。实现本公开的技术的计算装置可以将眼睛 400 与闭合的眼睛 1300 作比较,以基于这些像素转变的差别以及其他因素而获得测量的距离。基于测量的距离,计算装置可以检测诸如单眼眨眼或双眼眨眼的面部姿态。

[0190] 图 14 是图示张开微笑的嘴部 1400 的概念图。张开微笑的嘴部 1400 可以包括特定面部特征,诸如下唇 1402、牙齿 1404、上唇(仅为了清楚的目的而未被调出)等。张开微笑的嘴部 1400 可以表示在用户作出张开嘴部微笑的姿态后的嘴部区域 1206(在图 12 中所示)的状态。与图 12 的嘴部区域 1206(其在闭合状态中并且在不表达位置)作比较,张开微笑的嘴部 1400 可以包括更大的像素转变(例如在下唇 1402 和牙齿 1404 之间)以及更大的曲率(因为微笑的凹进特性)。基于比较嘴部区域 1206 和张开嘴部微笑 1400,计算装置可以测量足以指示张开嘴部微笑的面部姿态的距离。

[0191] 图 15 是图示示例过程 1500 的流程图,通过该过程,计算装置可以执行本公开的各种技术。虽然可以通过多种计算装置来执行过程 1500,但是仅为了清楚的目的,在此将参考图 1A-1B 的计算装置 102 来描述过程 1500。过程 1100 可以当计算装置 102 接收用户面部的第一图像时开始(步骤 1501)。另外,计算装置 102 可以接收用户面部的第二图像(步骤 1502)。计算装置 102 可以接收作为图像的超集(例如,也包括用户面部的第三图像等的超集)的较大者的一部分的第一和第二图像。在一些示例中,如所讨论的,第一和第二图像可以形成由计算装置使用具有视频捕获能力的相机捕获的视频流的帧。

[0192] 计算装置 102 可以识别在第一图像中的至少一个面部界标和在第二图像中的至少一个对应的面部界标(步骤 1504)。如所讨论的,这样的面部界标的示例可以包括一只或两只眼睛(例如,眼睛带)、嘴部区域和其他。计算装置 102 可以从第一面部图像提取第一子图像,使得第一子图像包括识别的面部界标的表示(步骤 1506)。在多个面部界标的情况下,计算装置 102 可以提取每一个界标的独特子图像,将界标组合为单个子图像等。另外,计算装置 102 可以从第二面部图像提取第二子图像,使得第二子图像包括对应的面部界标的表示(步骤 1508)。在示例中,第二子图像可以大于第一子图像(例如,以大约 20% 的因子大于第一子图像的大小)。

[0193] 基于第一子图像与第二子图像的比较,计算装置 102 可以确定是否存在足够的差别来指示面部姿态(确定块 1510)。如所讨论的,计算装置可以通过测量在子图像之间的距离来比较子图像,因此表达该差别。如果计算装置 102 基于该比较来检测到活跃姿态,则计算装置 102 可以允许对于用户的认证,以用于反欺骗目的(步骤 1516)。换句话说,如果面部识别程序对于第一和第二面部图像中的一个或两者核准匹配,则计算装置 102 可以允许用

户访问由计算装置 102 控制的一个或多个功能。然而,如果计算装置 102 基于该比较未检测到面部姿态,则计算装置 102 可以拒绝对于用户的认证(步骤 1514)。在该情况下,计算装置 102 可以拒绝认证,而与面部识别分析 --- 如果其被执行的话 --- 的结果无关。

[0194] 在几个实现方式中,计算装置 102 可以在初始拒绝认证后执行定时器。在定时器仍在运行的同时,计算装置 102 可以继续监视第二面部界标的另一个实例。更具体地,计算装置 102 可以(例如,周期地)检查定时器是否已经期满(确定块 1518)。如果定时器还没有期满,则计算装置 102 可以接收第二面部图像的另一个实例(即,返回到步骤 1502)。

[0195] 可以至少部分地以硬件、软件、固件或其任何组合来实现在此所述的技术。例如,可以在一个或多个处理器内实现所述实施例的各个方面,该一个或多个处理器包括一个或多个微处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或任何其他等同的集成或离散逻辑电路以及这样的部件的任何组合。术语“处理器”或“处理电路”可以单独或与其他逻辑电路或任何其他等同电路组合地一般指示上述的逻辑电路的任何一个。包括硬件的控制单元也可以执行本公开的技术的一个或多个。

[0196] 可以在同一装置或在分立的装置内实现这样的硬件、软件和固件,以支持在此所述的各种技术。另外,可以将所述的单元、模块或部件中的任何一个一起或分别实现为离散的但是相互协作的逻辑器件。将不同的特征描述为模块或单元意欲突出不同的功能方面,并且不必然暗示通过分立的硬件、固件或软件部件来实现这样的模块或单元。相反,与一个或多个模块或单元相关联的功能可以通过分立的硬件、固件或软件部件执行,或者集成在共同或分立的硬件、固件或软件部件内。

[0197] 也在包括编码有指令的计算机可读存储介质的制造品中包含或编码在此所述的技术。例如,当在计算机可读存储介质中包括或编码的指令被一个或多个处理器执行时,在包括编码的计算机可读存储介质的制造品中嵌入或编码的指令可以使得一个或多个可编程处理器或其他处理器实现在此所述的技术中的一个或多个。计算机可读存储介质可以包括随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可编程只读存储器(PROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、快闪存储器、硬盘、致密盘 ROM(CD-ROM)、软盘、磁盒、磁介质、光学介质或其他计算机可读介质。计算机可读介质的另外的示例包括计算机可读存储装置、计算机可读存储器和有形计算机可读介质。在一些示例中,制造品可以包括一个或多个计算机可读存储介质。

[0198] 在一些示例中,计算机可读存储介质和 / 或计算机可读存储装置可以包括永久介质和 / 或永久装置。术语“永久”可以指示存储介质是有形的,并且不被实现在载波或传播信号中。在特定示例中,永久存储介质可以存储可以随着时间改变的数据(例如,在 RAM 或高速缓存中)。

[0199] 已经描述了各个示例。这些和其他示例在权利要求的范围内。

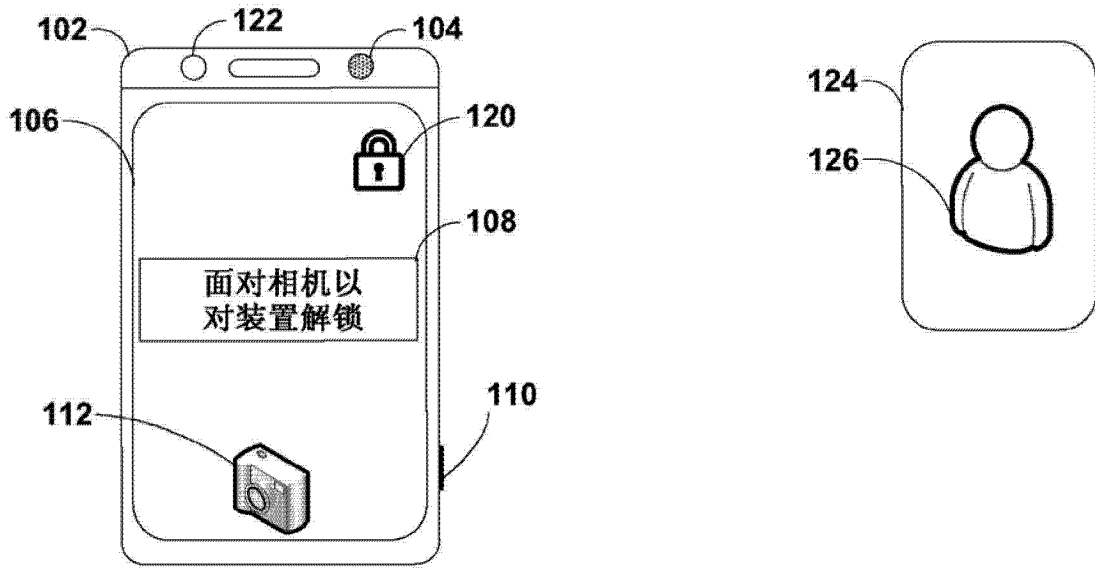


图 1A

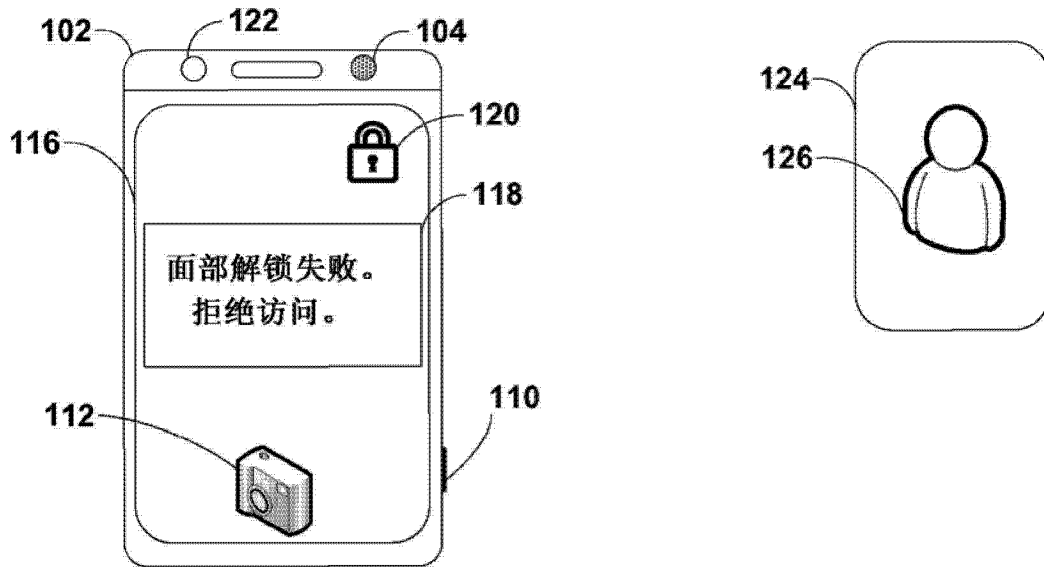


图 1B

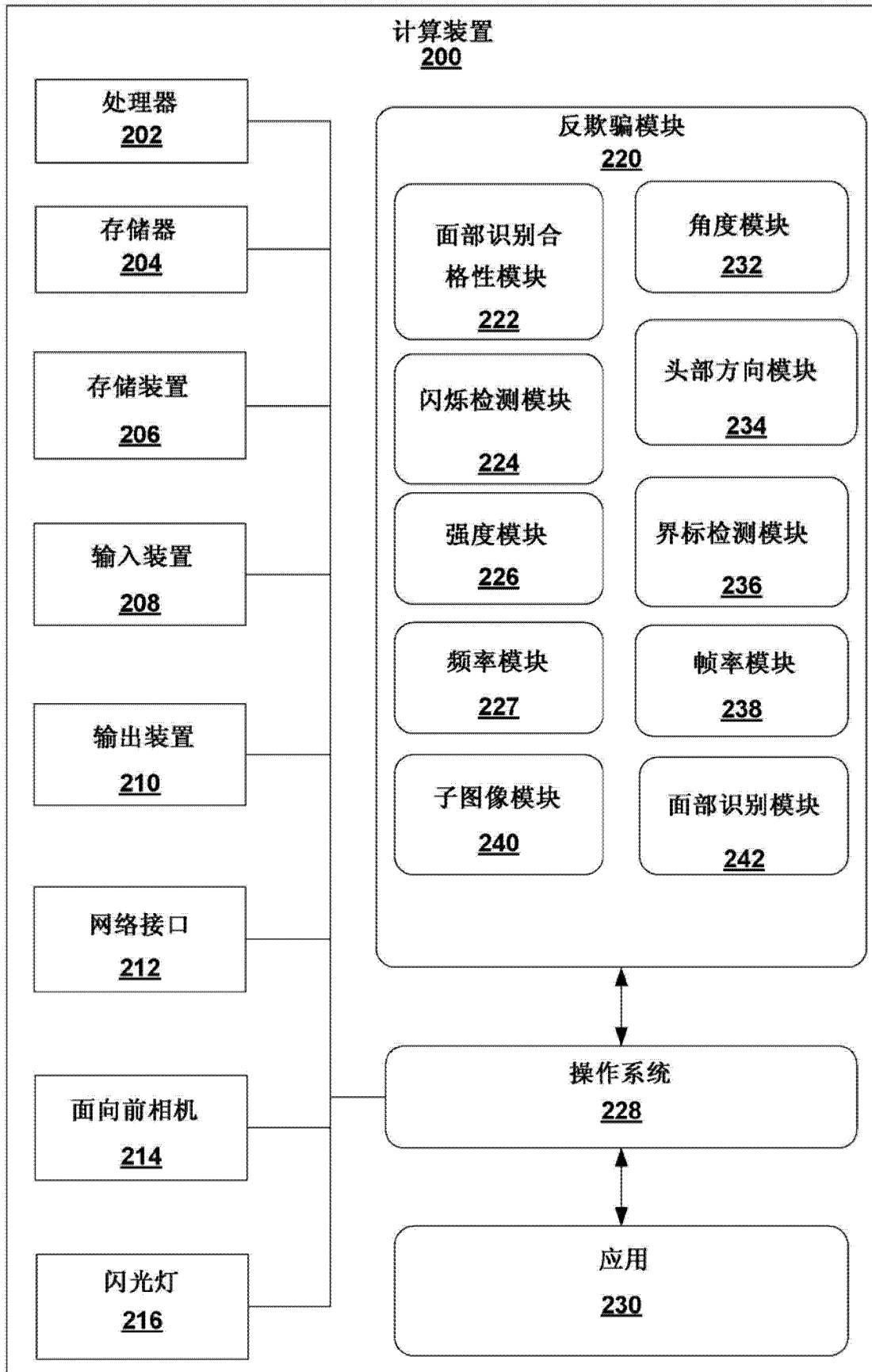


图 2

300

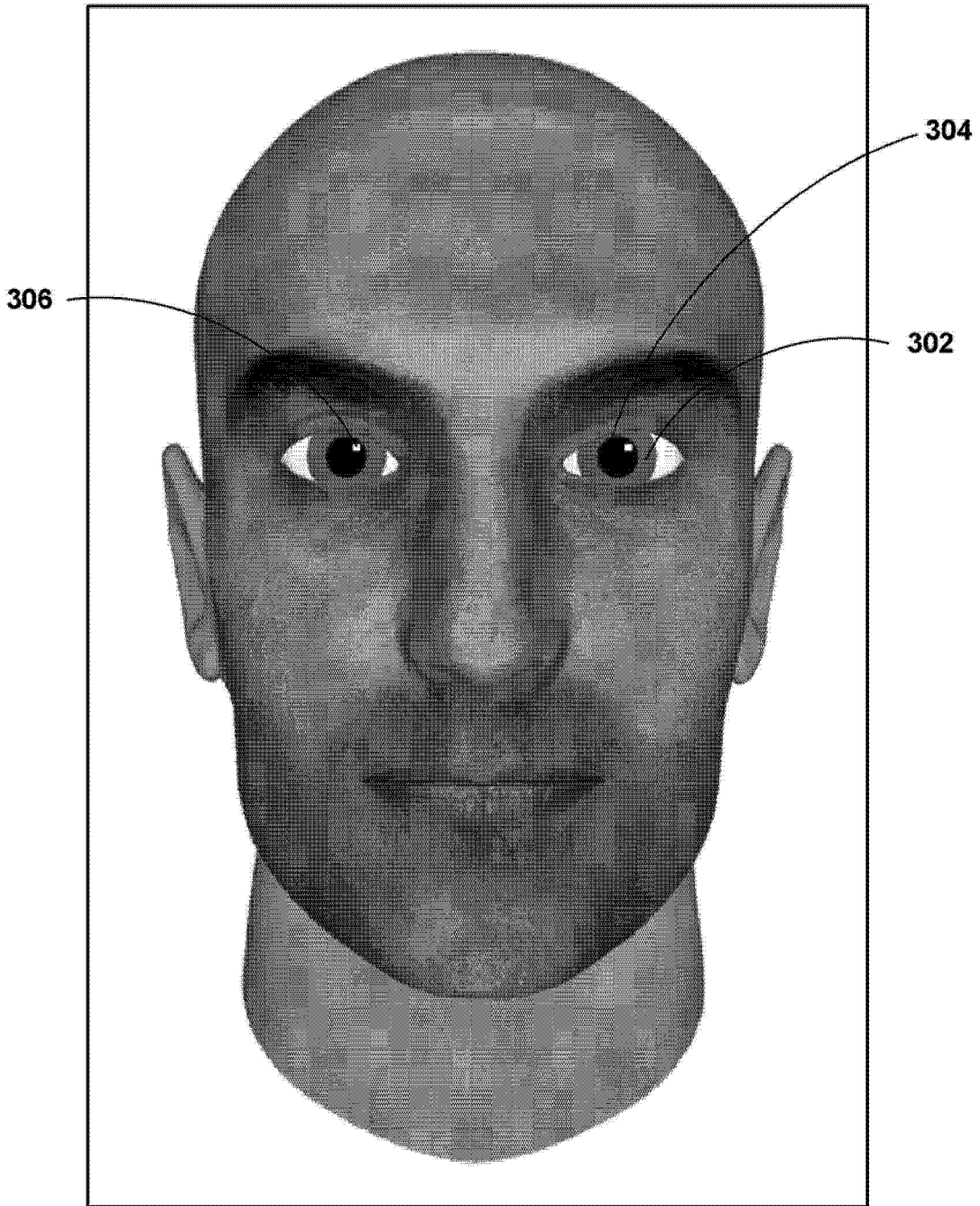


图 3

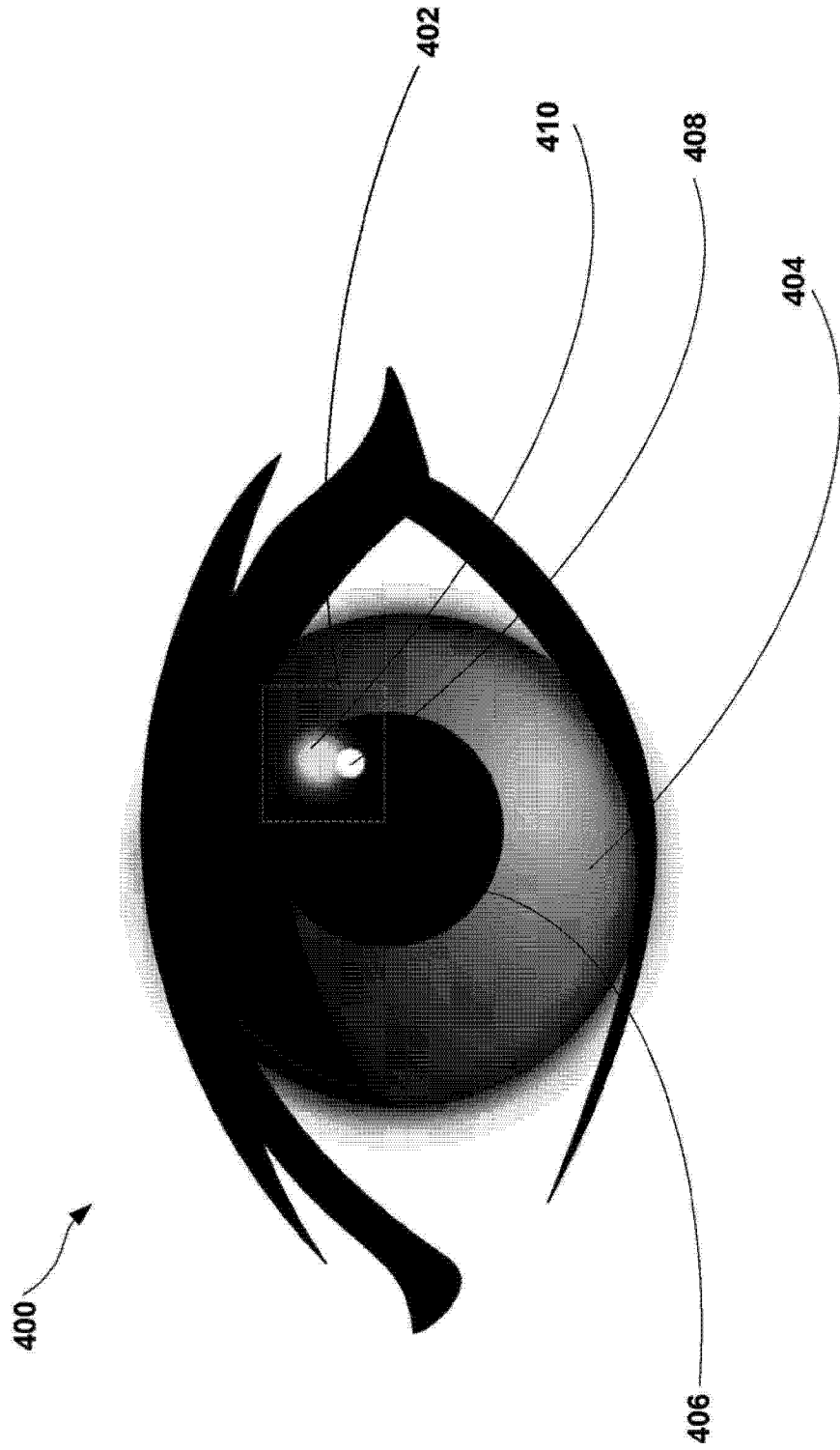


图 4

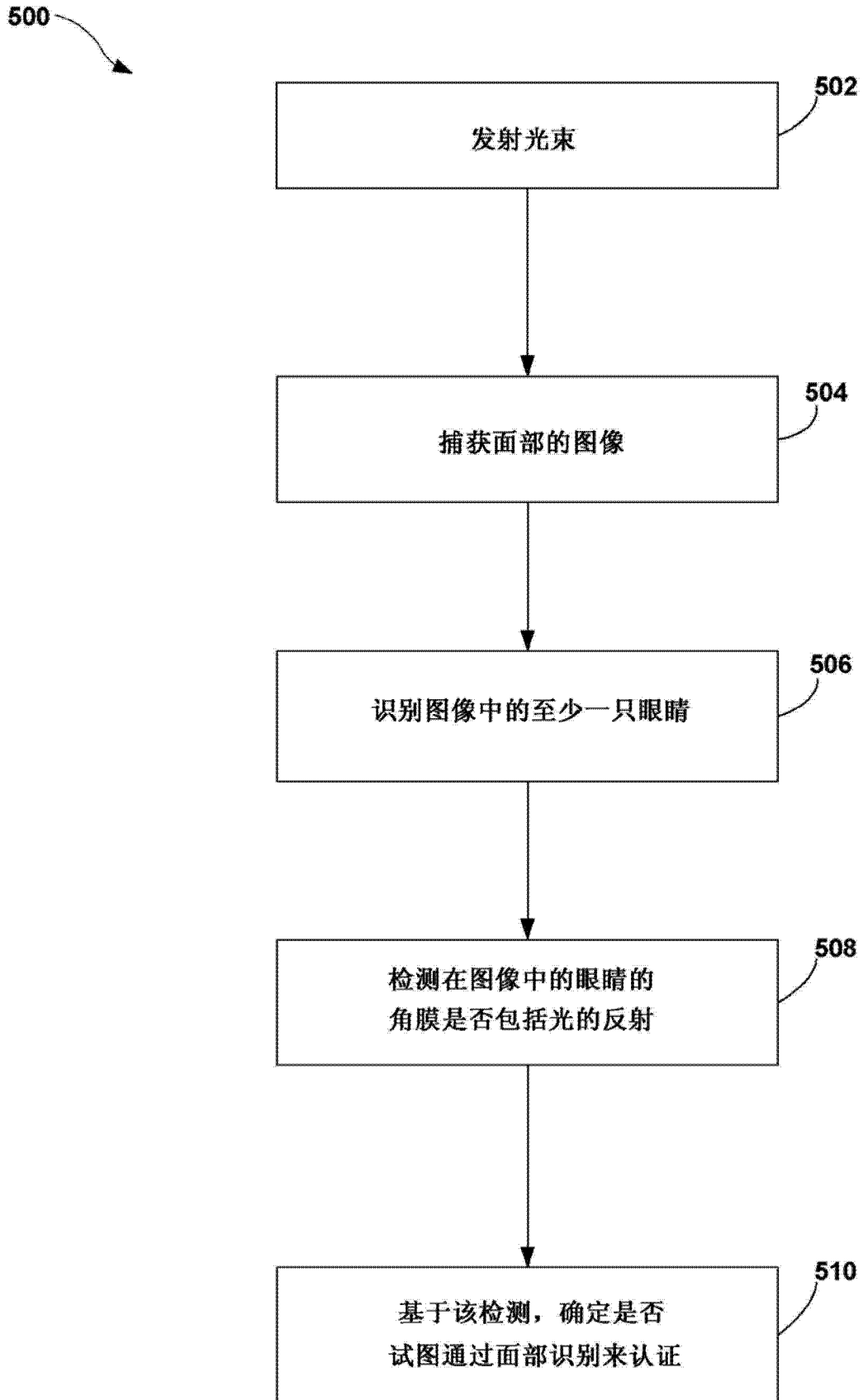


图 5

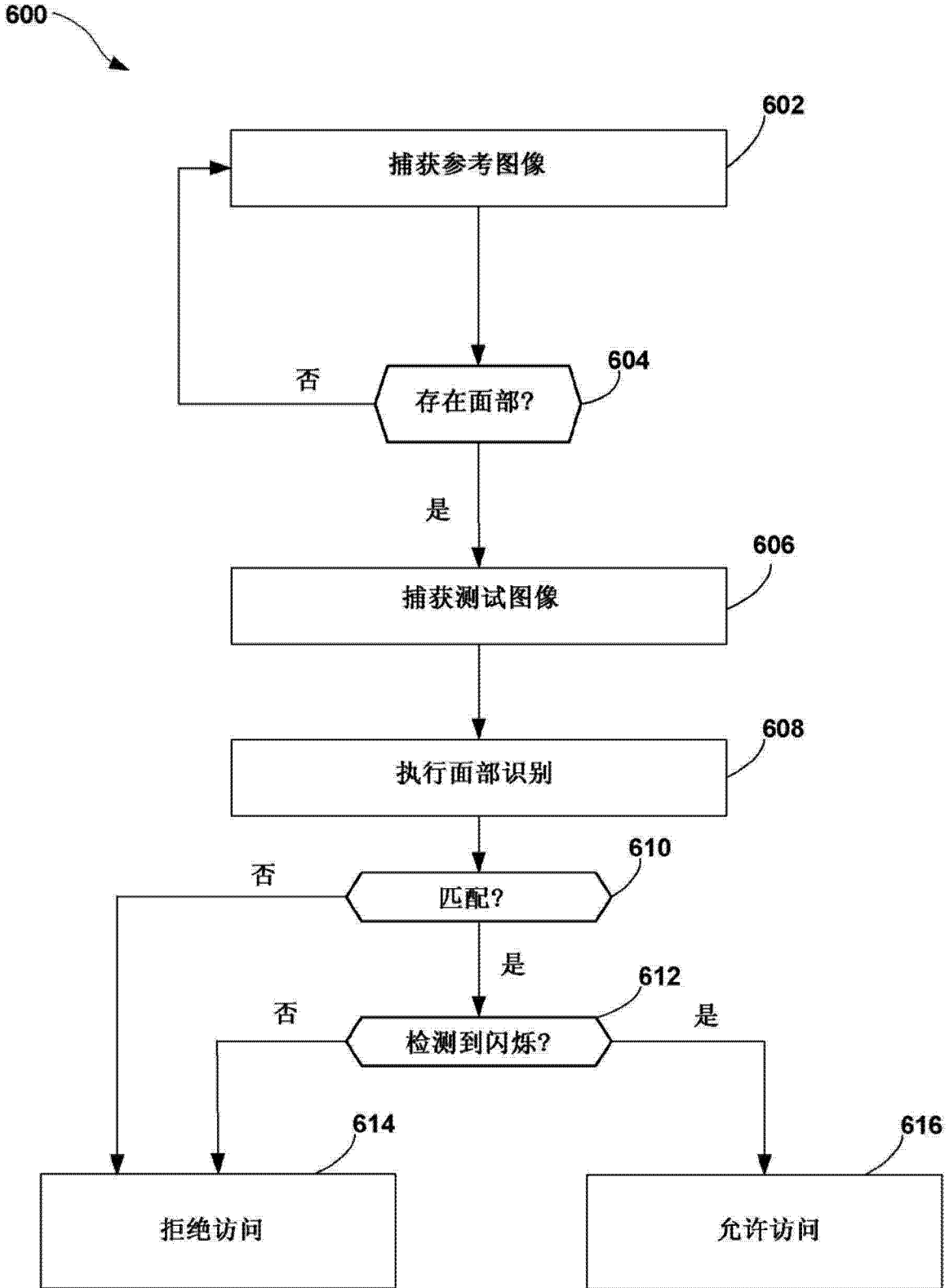


图 6

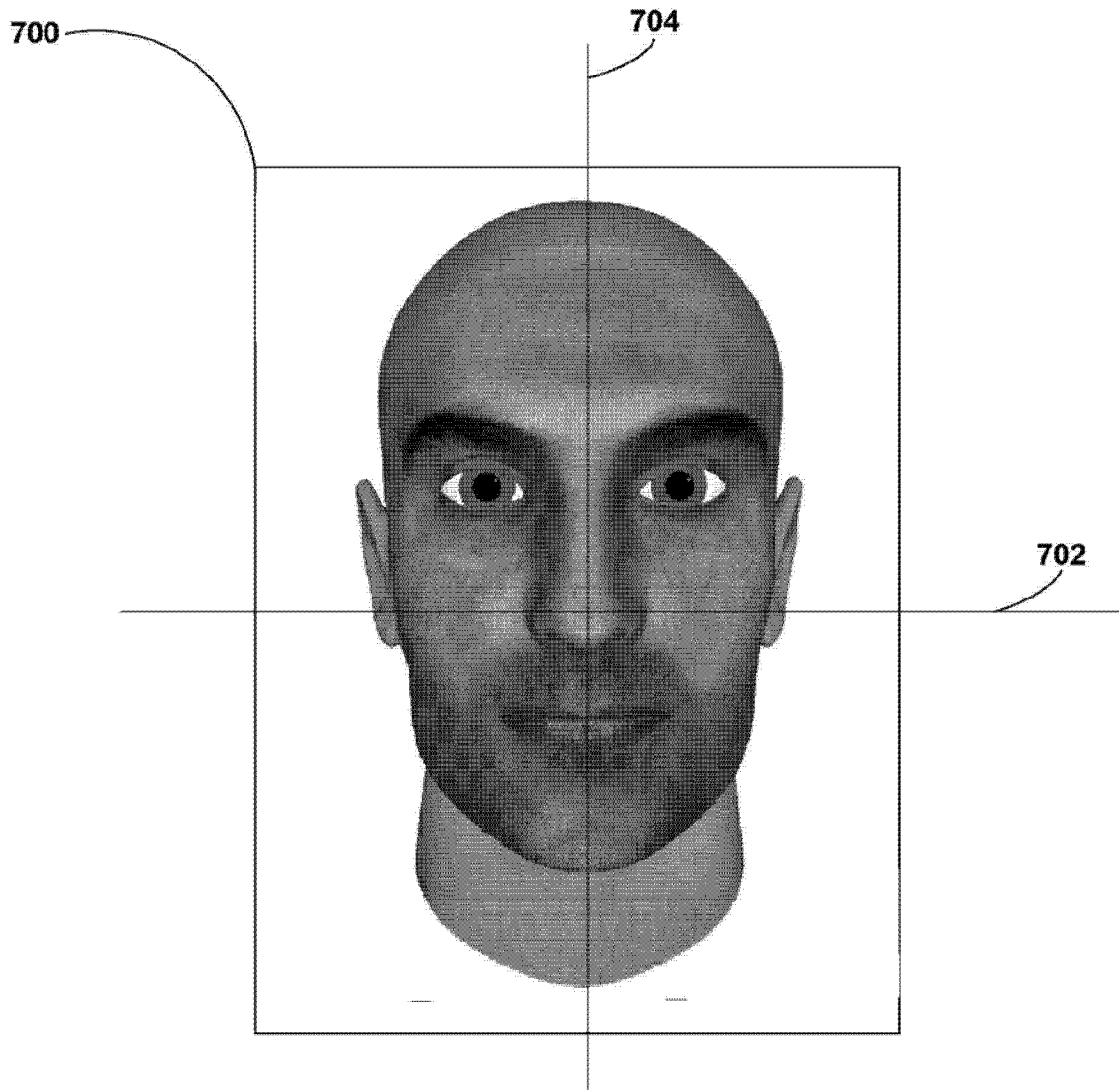


图 7

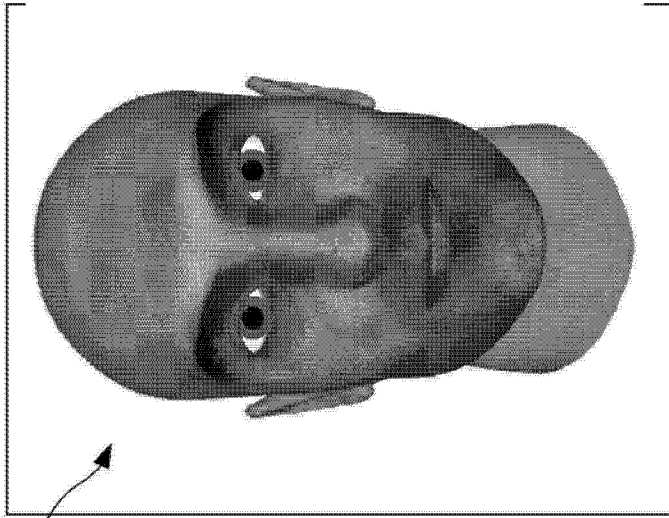


图8A

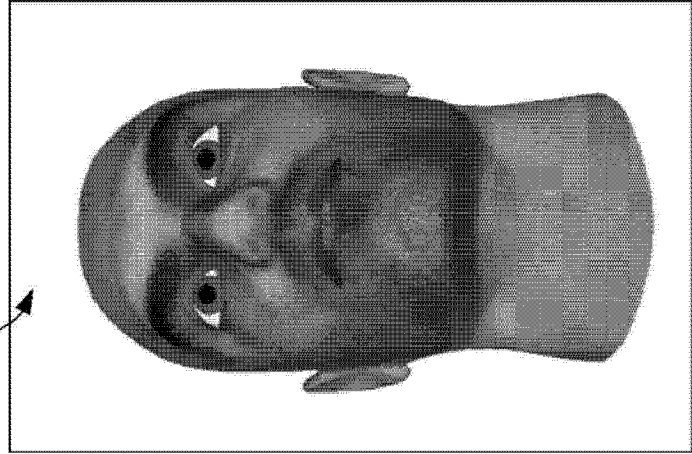


图8B

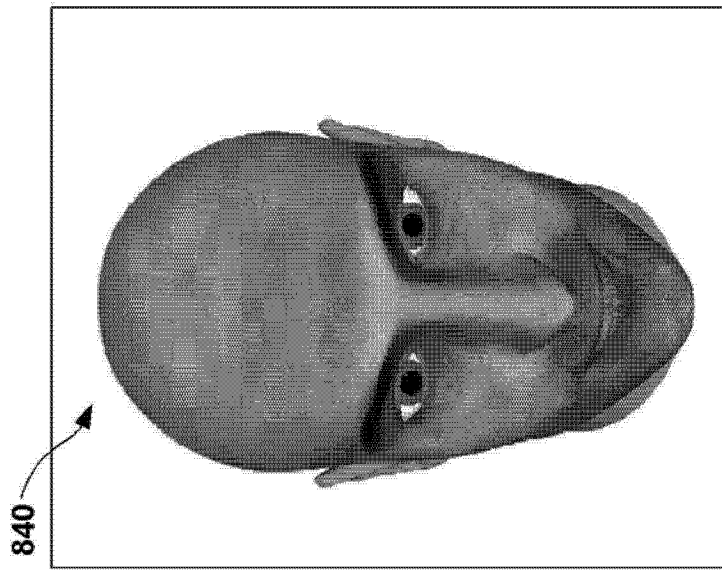


图 8C

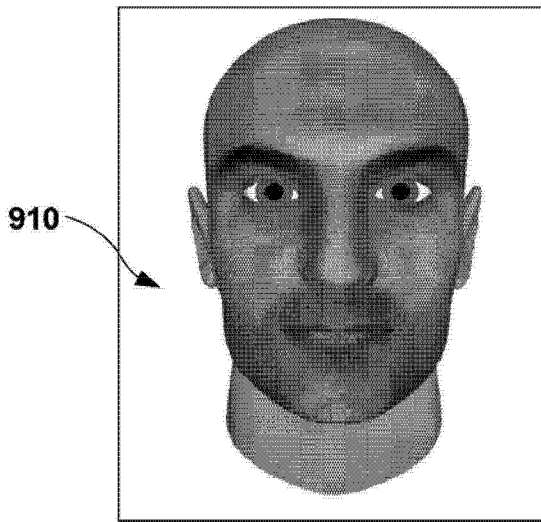


图 9A

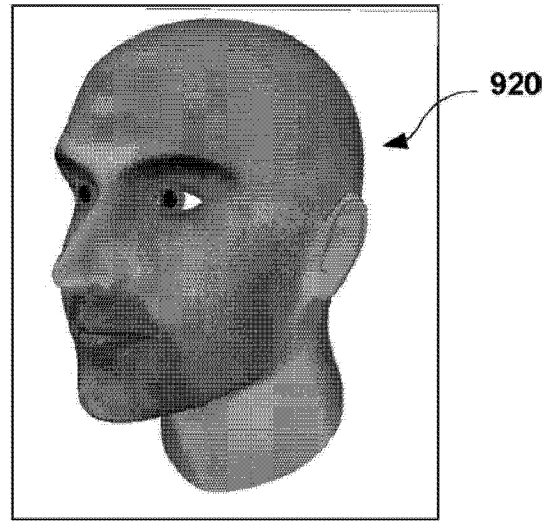


图 9B

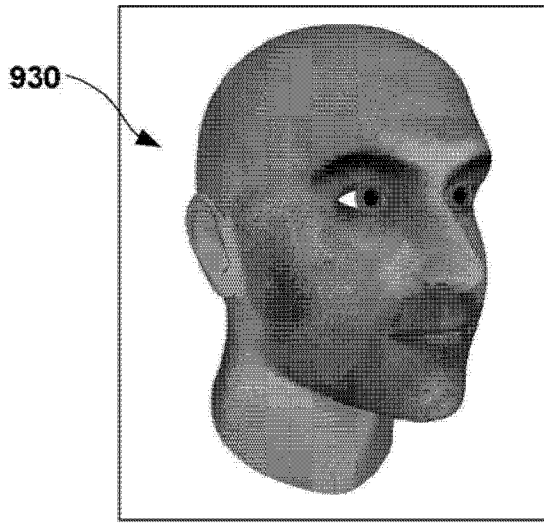


图 9C

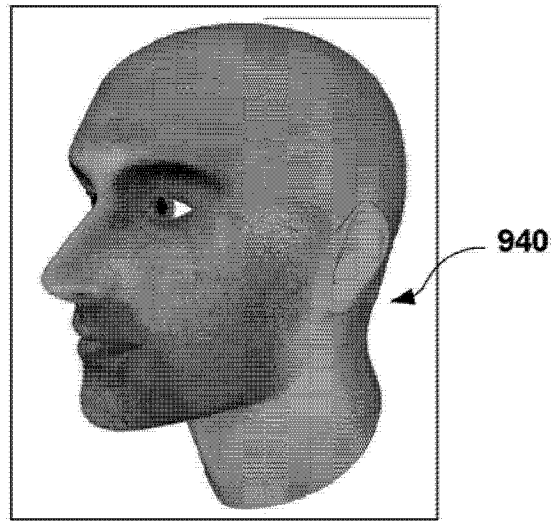


图 9D

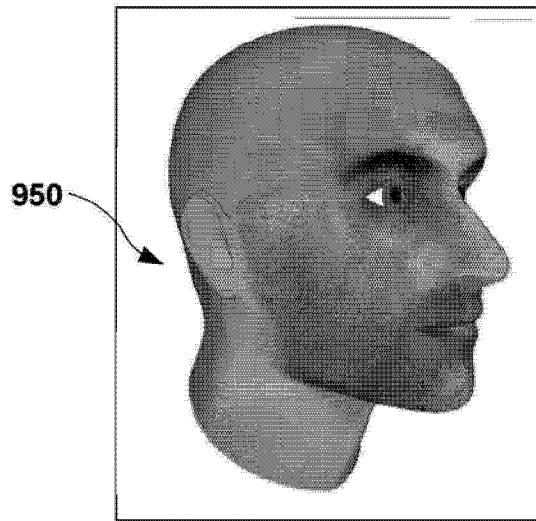


图 9E

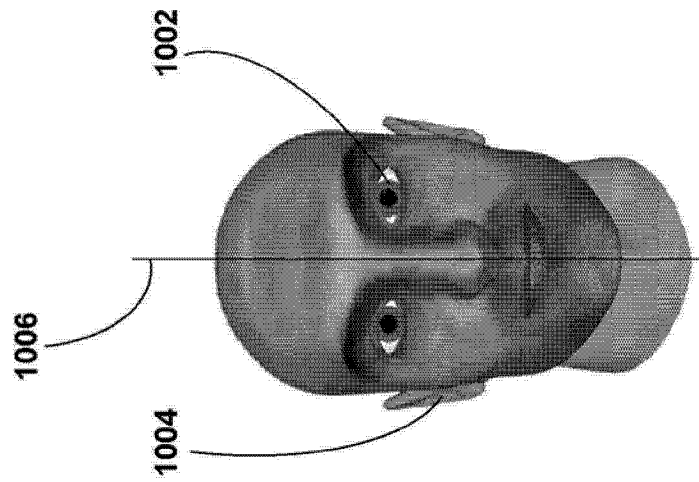


图 10A

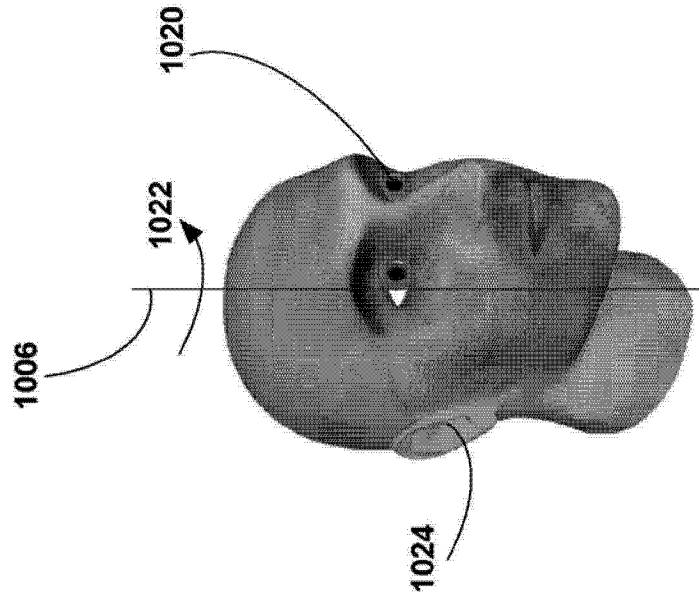


图 10B

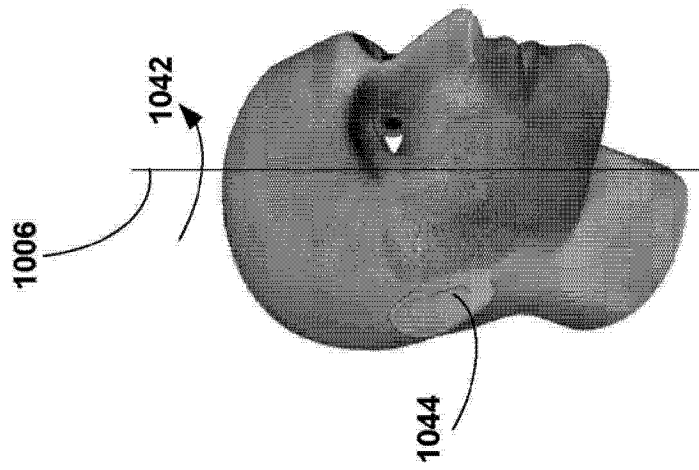


图 10C

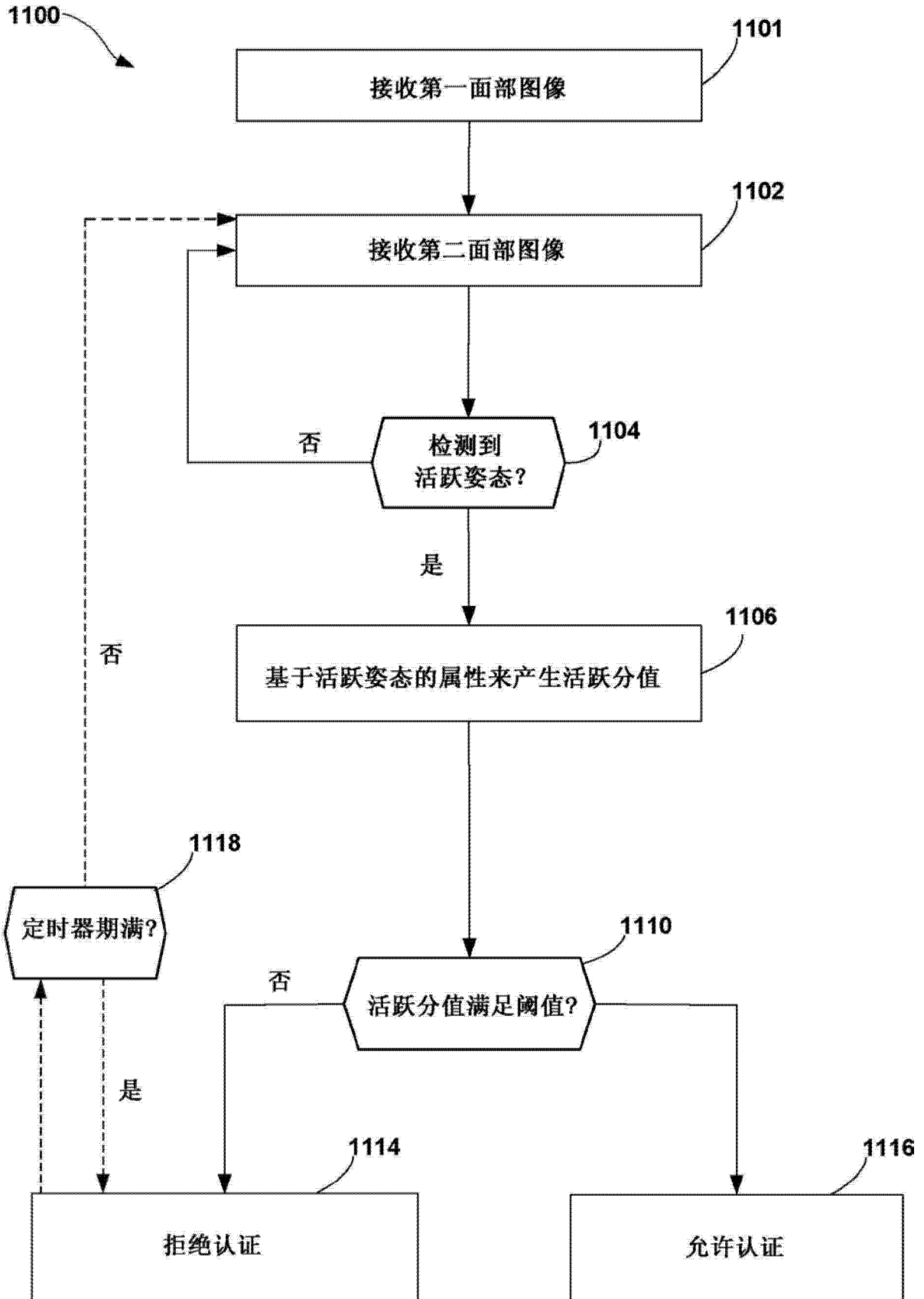


图 11

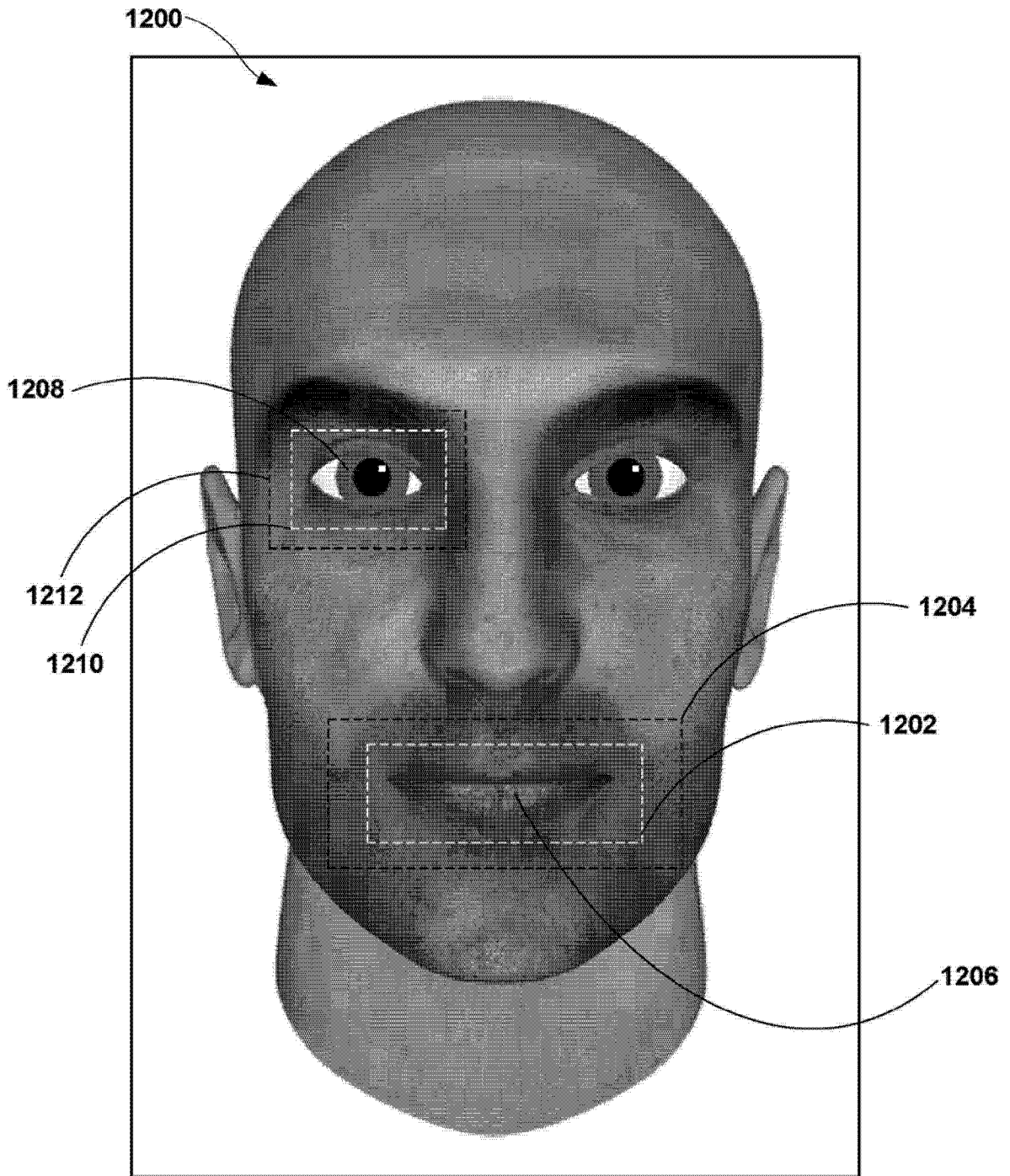


图 12

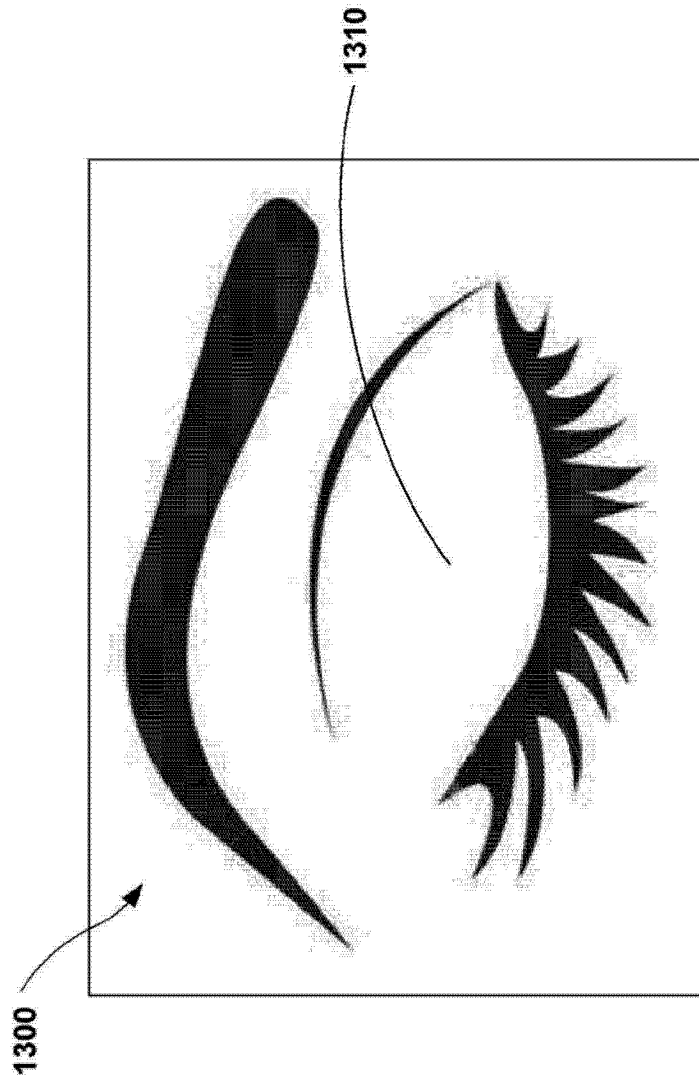


图 13

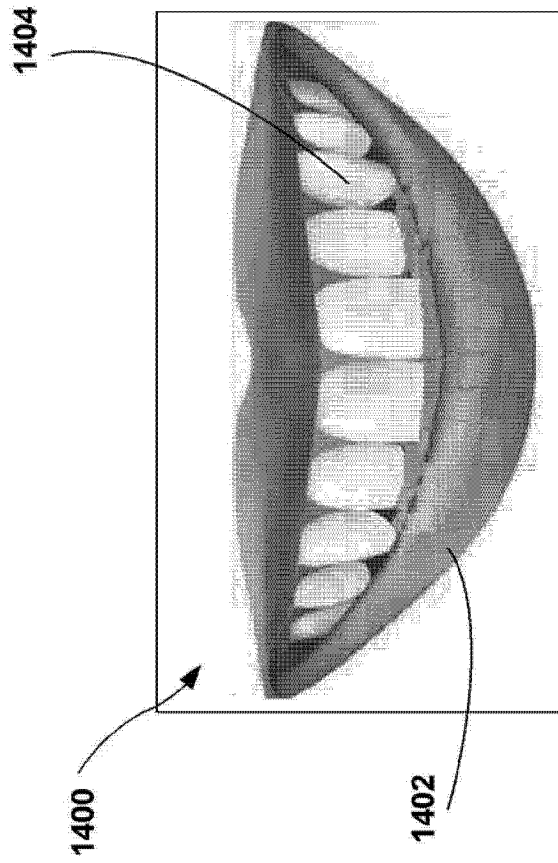


图 14

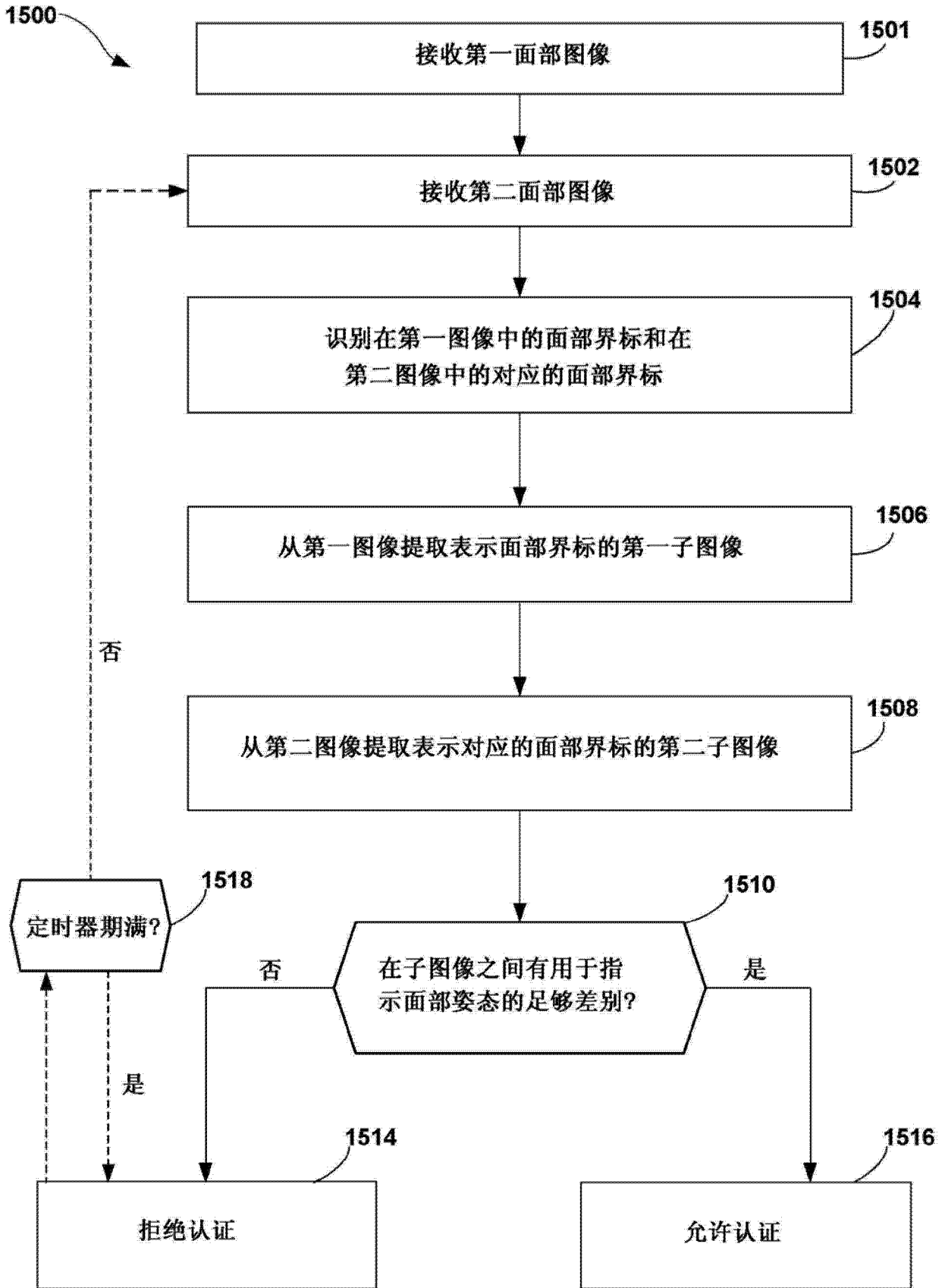


图 15