



(10)申请公布号 CN 110555359 A

(21)申请号 201910443198.3

(22)申请日 2019.05.27

(30) 优先权数据

62/679.847 2018.06.03 US

16/141,084 2018.09.25 US

(71)申请人 苹果公司

地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 M·万欧斯 T·戈尔诺斯

K · Y · 霍

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 吴信刚

(51) Int.Cl.

G06K 9/00(2006.01)

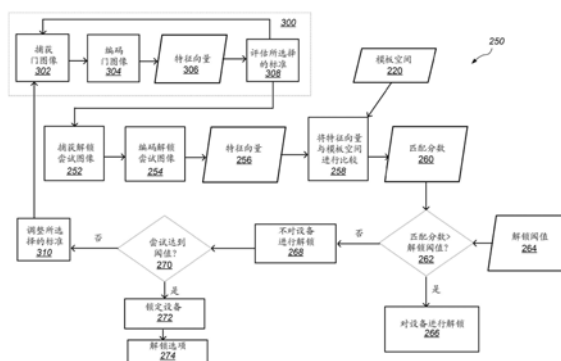
权利要求书3页 说明书15页 附图5页

(54)发明名称

面部识别的自动重试

(57)摘要

本发明涉及面部识别的自动重试。即使用户是设备的被授权用户，面部识别认证过程的操作也可能无法认证所述用户。在此类情况下，所述面部识别认证过程可以自动地重新启动以利用另外所捕获的图像来提供认证所述用户的另一尝试。对于认证所述用户的所述新尝试(例如，所述重试)，在所述面部识别认证过程中使用的所述图像的一个或多个标准可以加以调整。例如，可以在认证所述用户的所述新尝试之前调整所述相机与所述用户面部之间的距离和/或所述图像中所述用户面部的遮挡的标准。这些标准的调整可以增大所述被授权用户在所述新尝试中将被成功认证的可能性。



1. 一种方法,包括:

在与包括计算机处理器和存储器的设备相关联的用户接口上接收来自用户的对所述设备的解锁请求;

响应于接收到所述解锁请求,利用位于所述设备上的相机获取所述用户的至少一个第一图像;

评估所述至少一个第一图像以确定所述至少一个第一图像中所述用户的面部是否满足一个或多个选择的标准;

响应于确定所述至少一个第一图像中所述用户的面部满足所述一个或多个选择的标准,利用位于所述设备上的所述相机获取所述用户的面部的一个或多个第二图像;

利用面部识别认证过程评估所述第二图像以确定所述用户是否是所述设备的被授权用户;

响应于所述用户被所述面部识别认证过程确定为不是所述设备的被授权用户:

调整所述选择的标准中的至少一个;

利用位于所述设备上的所述相机获取所述用户的至少一个第三图像;

评估所述至少一个第三图像以确定所述至少一个第三图像中所述用户的面部是否满足经调整的选择的标准;

响应于确定所述至少一个第三图像中所述用户的面部满足所述经调整的选择的标准,利用位于所述设备上的所述相机获取所述用户的面部的一个或多个第四图像;以及

利用所述面部识别认证过程评估所述第四图像以确定所述用户是否是所述设备的被授权用户。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中评估所述至少一个第一图像以确定所述至少一个第一图像中所述用户的面部是否满足所述一个或多个选择的标准包括:

对所述至少一个第一图像进行编码以生成至少一个特征向量,其中所述特征向量表示所述至少一个第一图像中所述用户的一个或多个面部特征;以及

评估所述至少一个特征向量以确定所述至少一个第一图像中所述用户的面部是否满足所述一个或多个选择的标准。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中针对所述至少一个第一图像的所述选择的标准包括以下标准中的一者或多者:所述用户的面部的最少部分位于所述相机的视场中;所述面部的姿态适当;所述用户的面部与所述相机之间的距离在选择距离范围中;所述用户的面部具有低于最小值的遮挡;以及所述用户的眼睛未闭合。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述选择的标准包括所述用户的面部与所述相机之间的距离在选择距离范围内,并且其中调整所述选择的标准包括减小所述选择的距离范围。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述选择的标准包括所述用户的面部具有低于最小值的遮挡,并且其中调整所述选择的标准包括减小所述选择的标准中的遮挡的所述最小值。

6. 根据权利要求1所述的方法,还包括响应于确定所述至少一个第三图像中所述用户的面部不满足所述经调整的选择的标准:

获取并评估附加的第三图像,直到所述附加的第三图像中的至少一个满足所述经调整

的选择的标准。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述面部识别认证过程包括:

对所述第二图像或所述第四图像进行编码以生成至少一个特征向量,其中所述特征向量表示所述图像中所述用户的一个或多个面部特征;

将所述特征向量与存储在所述设备的所述存储器中的一个或多个参考模板进行比较,以获取匹配分数;以及

如果所述匹配分数高于解锁阈值,则授权所述用户执行所述设备上需要认证的至少一个操作。

8. 根据权利要求1所述的方法,还包括在没有通过所述用户接口来自所述用户的输入的情况下自动调整所述选择的标准中的所述至少一个以及利用所述相机获取所述用户的所述至少一个第三图像。

9. 根据权利要求1所述的方法,还包括响应于所述用户被所述面部识别认证过程确定为不是所述设备的被授权用户而在所述用户接口上向所述用户提供通知。

10. 一种设备,包括:

计算机处理器;

存储器;

相机;

至少一个照明器,所述至少一个照明器提供红外照明;

电路,所述电路耦接到所述相机和所述照明器,其中所述电路被配置为:

响应于接收到来自用户的解锁所述设备的请求而获取所述用户的至少一个第一图像;

评估所述至少一个第一图像以确定所述至少一个第一图像中所述用户的面部是否满足一个或多个选择的标准;

响应于确定所述至少一个第一图像中所述用户的面部满足所述一个或多个选择的标准,利用所述相机获取所述用户的面部的一个或多个第二图像;

对所述第二图像操作面部识别认证过程以确定所述用户是否是所述设备的被授权用户;

其中响应于所述用户被所述面部识别认证过程确定为不是所述设备的被授权用户,所述电路被配置为:

调整所述选择的标准中的至少一个;

利用所述相机获取所述用户的至少一个第三图像;

评估所述至少一个第三图像以确定所述至少一个第三图像中所述用户的面部是否满足经调整的选择的标准;

响应于确定所述至少一个第三图像中所述用户的面部满足所述经调整的选择的标准,利用所述相机获取所述用户的面部的一个或多个第四图像;以及

对所述第四图像操作所述面部识别认证过程以确定所述用户是否是所述设备的被授权用户。

11. 根据权利要求10所述的设备,其中所述至少一个照明器包括泛光红外照明器和图案红外照明器。

12. 根据权利要求10所述的设备,还包括所述设备上的用户接口,其中所述用户接口被

配置为接收解锁所述设备的所述请求。

13. 根据权利要求10所述的设备, 其中所述电路的一部分被配置为提供所述面部识别认证过程已失败的信号, 并且其中所述电路的另一部分被配置为响应于接收到所述信号而调整所述选择的标准中的至少一个。

14. 根据权利要求10所述的设备, 其中所述电路被配置为在没有来自所述用户的输入的情况下自动调整所述选择的标准中的所述至少一个以及利用所述相机自动获取所述用户的所述至少一个第三图像。

15. 根据权利要求10所述的设备, 还包括所述设备上的显示器, 其中所述电路被配置为响应于所述用户被所述面部识别认证过程确定为不是所述设备的被授权用户而在所述显示器上向所述用户提供通知。

16. 一种方法, 包括:

在与包括计算机处理器和存储器的设备相关联的用户接口上接收来自用户的对所述设备的解锁请求;

响应于接收到所述解锁请求, 利用位于所述设备上的相机获取所述用户的至少一个第一图像;

利用面部识别认证过程评估所述至少一个第一图像以确定所述用户是否是所述设备的被授权用户;

响应于所述用户被所述面部识别认证过程确定为不是所述设备的被授权用户:

调整用于在所述设备上获取图像的一个或多个选择的标准;

利用位于所述设备上的所述相机获取所述用户的至少一个第二图像;

利用所述面部识别认证过程评估所述至少一个第二图像以确定所述用户是否是所述设备的被授权用户; 以及

响应于确定所述用户是被授权用户而解锁所述设备。

17. 根据权利要求16所述的方法, 其中所述选择的标准包括所述用户的面部的至少某个部分在所述图像中。

18. 根据权利要求16所述的方法, 其中所述选择的标准包括所述用户的面部与所述相机之间的距离为在选择距离范围内, 并且其中调整所述选择的标准包括减小所述选择的距离范围。

19. 根据权利要求16所述的方法, 其中所述选择的标准包括所述用户的面部具有低于最小值的遮挡, 并且其中调整所述选择的标准包括减小所述选择的标准中的遮挡的所述最小值。

20. 根据权利要求16所述的方法, 其中所述面部识别认证过程包括:

对所述第一图像或所述第二图像进行编码以生成至少一个特征向量, 其中所述特征向量表示所述图像中所述用户的一个或多个面部特征;

将所述特征向量与存储在所述设备的所述存储器中的一个或多个参考模板进行比较, 以获取匹配分数; 以及

如果所述匹配分数高于解锁阈值, 则授权所述用户执行所述设备上需要认证的至少一个操作。

面部识别的自动重试

技术领域

[0001] 本文所述的实施方案涉及用于在设备上在由相机所捕获的图像中进行面部检测和识别的方法与系统。更具体地讲,本文所述的实施方案涉及在面部识别认证过程尝试认证用户失败之后面部识别认证过程的重试。

背景技术

[0002] 生物识别认证过程正被越来越频繁地使用,以允许用户更容易地访问其设备而无需密码或口令认证。生物识别认证过程的一个示例为使用指纹传感器的指纹认证。面部识别为可用于认证设备的授权用户的另一种生物识别过程。面部识别过程通常用于识别图像中的个体和/或将图像中的个体与个体数据库进行比较,以匹配个体的面部。

[0003] 对于利用面部识别的认证,当在认证过程期间捕获的图像是在非理想条件下捕获时,面部识别系统有时可能在认证被授权用户时遇到问题。例如,用户的面部离相机太远/太近、用户的面部在所捕获的图像中具有某种遮挡和/或图像中用户的注意力或姿态不太理想都可能阻碍所捕获的图像中被授权用户与设备上所登记的被授权用户的匹配(例如,认证)。如果用户利用面部识别认证过程反复地授权失败,则用户可能会对体验感到沮丧,并寻找其他认证途径和/或寻求使用另一设备来取代当前设备。

发明内容

[0004] 在某些实施方案中,在面部识别认证过程对用户认证失败的情况下,面部识别认证过程可以重新启动并且重新尝试利用新捕获的图像来对用户进行认证。面部识别认证过程的重新启动可以是自动的,而没有来自用户的输入(例如,用户不必提供用于重新启动该过程的附加输入)。面部识别认证过程的自动重新启动可以提供更令人满意的用户体验(如果重新尝试的过程成功地认证用户的话)。

[0005] 在一些实施方案中,图像的一个或多个标准在面部识别认证过程重新启动时被调整。图像的标准可以包括在确定可以成功地对图像进行操作以认证用户中可用的标准。图像的标准的示例包括相机与用户面部之间的距离、图像中用户的注意力、图像中用户面部的姿势(例如,面部的俯仰、偏转和翻滚)和/或图像中用户面部的遮挡。在重新启动面部识别认证过程之前调整这些标准中的一者或多者可以提高后续面部识别认证过程中成功的几率。

附图说明

[0006] 当与附图结合时,通过参考根据本公开中描述的实施方案的目前优选的但仅为示例性实施方案的以下详细描述,将更充分地理解在本公开中描述的实施方案的方法与装置的特征和优点,在附图中:

[0007] 图1描绘了包括相机的设备的实施方案的表示。

[0008] 图2描绘了相机的实施方案的表示。

[0009] 图3描绘了设备上的处理器的实施方案的表示。

[0010] 图4描绘了设备的被授权用户的图像登记过程的实施方案的流程图。

[0011] 图5描绘了在登记过程之后具有特征向量的特征空间的实施方案的表示。

[0012] 图6描绘了设备的存储器中登记简档的模板空间的实施方案的表示。

[0013] 图7描绘了面部识别认证过程的实施方案的流程图。

[0014] 图8描绘了示例性计算机系统的一个实施方案的框图。

[0015] 图9描绘了计算机可访问存储介质的一个实施方案的框图。

[0016] 尽管本公开中所述的实施方案可受各种修改形式和另选形式的影响,但其具体实施方案在附图中以举例的方式示出并将在本文中详细描述。然而,应当理解,附图和对其的详细描述不旨在将实施方案限制为所公开的特定形式,而相反,本发明旨在涵盖落入所附权利要求书的实质和范围内的所有修改、等同物和另选方案。本文所使用的标题仅用于组织目的,并不旨在用于限制说明书的范围。如在整個本申请中所使用的那样,以允许的意义(即,意味着具有可能性)而非强制的意义(即,意味着必须)使用“可能”一词。类似地,字词“包括”、“包含”是指包括但不限于。

[0017] 各种单元、电路或其他部件可被描述为“被配置为”执行一个或多个任务。在此类上下文中,“被配置为”为通常表示“具有”在操作期间执行一个或多个任务的“电路系统”的结构宽泛表述。如此,即使在单元/电路/部件当前未接通时,单元/电路/部件也可被配置为执行任务。一般来讲,形成与“被配置为”对应的结构的电路系统可包括硬件电路和/或存储可执行以实现该操作的程序指令的存储器。该存储器可包括易失性存储器,诸如静态或动态随机存取存储器和/或非易失性存储器,诸如光盘或磁盘存储装置、闪存存储器、可编程只读存储器等。硬件电路可包括组合式逻辑电路系统、时钟存储设备(诸如触发器、寄存器、锁存器等)、有限状态机、存储器(诸如静态随机存取存储器或嵌入式动态随机存取存储器)、定制设计电路系统、可编程逻辑阵列等的任意组合。类似地,为了描述方便,可将各种单元/电路/部件描述为执行一个或多个任务。此类描述应当被解释为包括短语“被配置为”。表述被配置为执行一个或多个任务的单元/电路/部件明确地旨在对该单元/电路/部件不调用35U.S.C. §112(f)的解释。

[0018] 在一个实施方案中,可通过以硬件描述语言(HDL)诸如Verilog或VHDL对电路的描述进行编码来实现根据本公开的硬件电路。可针对为给定集成电路制造技术设计的单元库来合成HDL描述,并可出于定时、功率和其他原因而被修改,以获取可被传输到工厂以生成掩模并最终产生集成电路的最终的设计数据库。一些硬件电路或其部分也可在示意图编辑器中被定制设计并与合成电路系统一起被捕获到集成电路设计中。该集成电路可包括晶体管并还可包括其他电路元件(例如,无源元件,诸如电容器、电阻器、电感器等),以及晶体管和电路元件之间的互连件。一些实施方案可实现耦接在一起的多个集成电路,以实现硬件电路,和/或可在一些实施方案中使用离散元件。

[0019] 本公开的范围包括本文(明确或暗示)公开的任意特征或特征组合或其任意推广,而无论其是否减轻本文解决的任何或所有问题。因此,在本专利申请(或要求享有其优先权的专利申请)进行期间可针对特征的任何此类组合作出新的权利要求。具体地,参考所附权利要求书,可将从属权利要求的特征与独立权利要求的特征进行组合,并可通过任何适当的方式而不是仅通过所附权利要求书中所列举的特定组合来组合来自相应独立权利要求

的特征。

具体实施方式

[0020] 本说明书包括参考“一个实施方案”或“实施方案”。短语“在一个实施方案中”或“在实施方案中”的出现不一定是指相同的实施方案,尽管通常设想包括特征的任何组合的实施方案,除非在本文明确地否认。特定特征、结构或特性可以与本公开一致的任何合适的方式被组合。

[0021] 如本文所述,本技术的一个方面在于采集和使用可得自各种来源的数据,以改善对设备的操作和访问。本公开预期,在一些实例中,这些所采集的数据可包括唯一地识别或可用于联系或定位特定人员的个人信息数据。此类个人信息数据可以包括图像数据(例如,来自用户图像的数据)、人口数据、基于位置的数据、电话号码、电子邮件地址、家庭地址或任何其他识别信息。对于图像数据,个人信息数据可以仅包括来自用户图像的数据,而不包括图像本身。

[0022] 本公开认识到在本发明技术中使用此类个人信息数据可用于使用户受益。例如,个人信息数据可以被用于控制利用面部识别对设备的解锁和/或授权。因此,此类个人信息数据的使用就使得能够实现对设备进行有计划的访问控制。此外,本公开还预期个人信息数据有益于用户的其他用途。

[0023] 本公开还设想负责此类个人信息数据的收集、分析、公开、传输、存储或其他用途的实体将遵守已确立的隐私政策和/或隐私做法。具体地,此类实体应当实行并坚持使用被公认为满足或超出对维护个人信息数据的隐私性和安全性的行业或政府要求的隐私政策和实践。例如,在利用面部识别来对设备进行解锁和/或授权的情况下,来自用户的个人信息应当被收集用于实体的合法且合理的用途,诸如用途仅涉及设备的操作,并且不在那些合法用途之外共享或出售。此外,此类收集应当仅在接收到用户的知情同意之后才进行,并且个人信息数据应当保持被保护在收集个人信息的设备上。另外,此类实体应当采取任何所需的步骤,以保障和保护对此类个人信息数据的访问,并且确保能够访问个人信息数据的其他人遵守他们的隐私政策和程序。另外,这种实体可使其本身经受第三方评估以证明其遵守广泛接受的隐私政策和做法。

[0024] 不管前述情况如何,本公开还预期用户选择性地阻止使用或访问个人信息数据的实施方案。即本公开预期可提供硬件元件和/或软件元件,以防止或阻止对此类个人信息数据的访问。例如,本发明的技术可被配置为在注册服务期间允许用户选择“加入”或“退出”参与对个人信息数据的收集。

[0025] 图1示出了包括相机的设备的实施方案的表示。在某些实施方案中,设备100包括相机102、处理器104、存储器106和显示器108。设备100可为小型计算设备,在一些情况下,其可足够小以便手持(因此,还被统称为手持式计算机或被简称为手持式设备)。在某些实施方案中,设备100为各种类型的计算机系统设备的任一种类型的计算机系统设备,其为移动的或便携的并且使用WLAN通信来执行无线通信(例如,“移动设备”)。移动设备的示例包括移动电话或智能电话和平板电脑。如果包括无线或RF通信能力(例如,Wi-Fi、蜂窝和/或蓝牙),则各种其他类型的设备可落在这个类别中,诸如膝上型计算机、便携式游戏设备、便携式上网设备和其他手持式设备以及可穿戴设备诸如智能手表、智能眼镜、耳机、吊坠、耳

塞等。通常,可宽泛地定义术语“移动设备”以涵盖容易被用户转移并能够使用例如WLAN、Wi-Fi、蜂窝和/或蓝牙来进行无线通信的任何电子、计算和/或电信设备(或设备的组合)。在某些实施方案中,设备100包括由用户使用的具有处理器104、存储器106和显示器108的任何设备。例如,显示器108可为LCD屏或触摸屏。在一些实施方案中,显示器108包括用于设备100的用户输入界面(例如,显示器允许用户的交互输入)。

[0026] 相机102可用于捕获设备100的外部环境的图像。在某些实施方案中,相机102被定位成捕获显示器108前方的图像。相机102可被定位成在用户与显示器108进行交互时捕获用户的图像(例如,用户的面部)。

[0027] 图2示出了相机102的实施方案的表示。在某些实施方案中,相机102包括一个或多个镜头和用于捕获数字图像的一个或多个图像传感器103。由相机102所捕获的数字图像可包括例如静止图像、视频图像和/或逐帧图像。

[0028] 在某些实施方案中,相机102包括图像传感器103。图像传感器103可为例如传感器阵列。传感器阵列中的传感器可包括但不限于用于捕获红外图像(IR)或其他不可见电磁辐射的电荷耦合器件(CCD)和/或互补金属氧化物半导体(CMOS)传感器元件。在一些实施方案中,相机102包括用于捕获多种类型的图像的多于一种图像传感器。例如,相机102可包括IR传感器和RGB(红、绿和蓝)传感器两者。在某些实施方案中,相机102包括用于利用由图像传感器103检测到的不同类型的光来对表面(或受检物)进行照明的照明器105。例如,相机102可以包括用于可见光的照明器(例如,“闪光灯”)、用于RGB光的照明器和/或用于红外光的照明器(例如,泛光IR光源和图案(光斑图案)投影仪)。在一些实施方案中,泛光IR光源和图案投影仪为其他波长的光(例如,非红外)。在某些实施方案中,照明器105包括光源阵列,诸如但不限于VCSEL(垂直腔面发射激光器)。在一些实施方案中,图像传感器103和照明器105被包括在单个芯片封装中。在一些实施方案中,图像传感器103和照明器105位于独立芯片封装上。

[0029] 在某些实施方案中,图像传感器103为IR图像传感器,并且图像传感器被用于捕获被用于面部检测、面部识别认证和/或深度检测的红外图像。也可以设想图像传感器103的其他实施方案(例如,RGB图像传感器)用于在本文所述的面部检测、面部识别认证和/或深度检测中使用。为了进行面部检测,照明器105A可提供泛光IR照明,以利用IR照明(例如,IR闪光灯)来对对象进行泛光,并且图像传感器103可捕获泛光IR照明对象的图像。泛光IR照明图像例如可为由IR光照明的对象的二维图像。

[0030] 为了进行深度检测或生成深度图图像,照明器105B可以提供具有图案的IR照明(例如,图案化红外(IR)照明)。图案可以是具有被投影到对象上的已知且可控的构型和图案的光的图案(例如,光的结构化图案)。在某些实施方案中,图案为光斑图案(例如,点图案)。然而,图案可以包括光特征的任何结构化或半结构化图案。例如,图案可以包括但不限于点、光斑、条纹、虚线,节点、边缘及其组合。

[0031] 照明器105B可以包括被配置为形成图案的VCSEL阵列或被配置为形成图案的光源和图案化透明件。由照明器105B提供的图案的构型和图案可以例如基于对象处所期望的图案密度(例如,光斑或点密度)来选择。图像传感器103可以捕获由图案照明的对象的图像。所捕获的对象上图案的图像可以被成像和处理系统(例如,本文所述的图像信号处理器(ISP))评估(例如,分析和/或处理),以产生或估计对象的三维图(例如,对象的深度图或深

度图图像)。深度图成像的示例在以下文献中有所描述:授予Freedman等人的美国专利No.8,150,142、授予Pesach等人的美国专利No.8,749,796和授予Shpunt等人的美国专利No.8,384,997(在此通过引用并入,如同本文完全阐述的一样)以及授予Mor等人的美国专利申请公开No.2016/0178915(在此通过引用并入,如同本文完全阐述的一样)。

[0032] 在某些实施方案中,由相机102捕获的图像包括具有用户的面部的图像(例如,用户面部被包括在图像中)。具有用户面部的图像可以包括任何具有用户面部的至少某个部分在图像的框架内示出的数字图像。此类图像可仅包括用户的面部或可在图像的较小分部或部分中包括用户的面部。可在图像中以足够的分辨率来捕获用户的面部,以允许对图像中的用户的面部的一个或多个特征的图像处理。

[0033] 由相机102捕获的图像可由处理器104来处理。图3描绘了被包括在设备100中的处理器104的实施方案的表示。处理器104可包括电路系统,其被配置为执行在由处理器实施的指令集架构中定义的指令。处理器104可执行设备100的主控制软件,诸如操作系统。通常,由处理器104在使用期间执行的软件可控制设备100的其他部件,以实现设备的所期望的功能。处理器还可执行其他软件。这些应用程序可提供用户功能并可依赖于操作系统,以进行低级设备控制、调度、存储器管理等。

[0034] 在某些实施方案中,处理器104包括图像信号处理器(ISP)110。ISP 110可包括电路系统(例如,图像信号处理电路系统),其适用于处理从相机102接收的图像。ISP 110可包括任何硬件和/或软件(例如,程序指令),其能够处理或分析由相机102捕获的图像的。

[0035] 在某些实施方案中,处理器104包括安全飞地处理器(SEP)112。在一些实施方案中,在面部识别认证过程中涉及SEP 112,该过程涉及由相机102捕获并由ISP 110处理的图像。SEP 112可为安全电路,其被配置为对被授权使用设备100的活动用户(例如,当前正在使用设备100的用户)进行认证。“安全电路”可为保护被隔离的内部资源免受外部电路直接访问的电路。内部资源可为存储器(例如,存储器106),其存储敏感数据诸如个人信息(例如,生物识别信息、信用卡信息等)、加密密钥、随机数生成器种子等。内部资源也可可为电路系统,其执行与敏感数据相关联的服务/操作。如本文所述,SEP 112可包括任何硬件和/或软件(例如,程序指令),其能够使用面部识别认证过程来认证用户。面部识别认证过程可通过利用相机102捕获用户的图像并且将所捕获的图像与设备100的授权用户的先前收集的图像进行比较来认证用户。在一些实施方案中,ISP 110和SEP 112的功能可由单个处理器来执行(例如,ISP 110或SEP 112可执行两种功能,并且另一个处理器可省略)。

[0036] 在某些实施方案中,处理器104执行登记过程(例如,图像登记过程200,如图4所示,或注册过程),以捕获设备100的被授权用户的图像(例如,先前收集的图像)。在登记过程期间,相机模块102可从授权用户捕获(例如,收集)图像和/或图像数据,以便允许SEP 112(或另一安全过程)随后使用面部识别认证过程来认证用户。在一些实施方案中,来自登记过程的图像和/或图像数据(例如,来自图像的特征向量数据)被用于在设备100中生成模板。模板可以例如被存储在设备100的存储器106中的模板空间中。在一些实施方案中,可以通过从模板空间添加和/或减少模板来更新模板空间。模板更新过程(例如,本文所述的第一模板更新过程300和/或第二模板更新过程400)可以由处理器104执行,以从模板空间添加和/或减少模板。例如,模板空间可以利用附加模板而被更新,以适应被授权用户的外貌随时间推移的变化和/或硬件性能随时间推移的变化。当用于存储模板的模板空间已满时,

可以从模板空间中减少模板以抵偿模板的添加。

[0037] 在一些实施方案中,相机模块102捕获用于面部识别会话的多对图像。每对可以包括利用二维捕获模式所捕获的图像(例如,泛光IR图像)和利用三维捕获模式所捕获的图像(例如,被用于生成深度图图像的图案化照明图像)。在某些实施方案中,在对用户作出最终认证决定之前,ISP 110和/或SEP 112彼此独立地处理泛光IR图像和图案化照明图像。例如,ISP 110可独立处理图像,以分别确定每个图像的特征。然后,SEP 112可以将单独图像特征与每个图像类型的所存储模板进行比较,以生成每个单独图像的认证分数(例如,所捕获的图像中和所存储的模板中用户之间的匹配分数或其他匹配排名)。单独图像(例如,泛光IR图像和图案化照明图像)的认证分数可以被组合,以对用户的身份作出判定,并且如果通过认证,则允许用户使用设备100(例如,对设备进行解锁)。

[0038] 在一些实施方案中,ISP 110和/或SEP 112组合每对中的图像,以提供用于面部识别的合成图像。在一些实施方案中,ISP 110处理合成图像,以确定图像的特征,SEP 112可以将其与所存储的模板进行比较,以对用户的身份作出判定,并且如果通过认证,则允许用户使用设备100。

[0039] 在一些实施方案中,泛光IR图像数据和图案化照明图像数据的组合可以允许SEP 112在三维空间中比较面部。在一些实施方案中,相机模块102经由安全通道来将图像数据传送到SEP 112。例如,安全信道可为用于传送数据的专用路径(即,仅由预期的参与者共享的路径),或者可为用于使用仅预期的参与者知道的密码密钥来传送加密的数据的专用路径。在一些实施方案中,相机模块102和/或ISP 110可在将图像数据提供至SEP 112之前对图像数据执行各种处理操作,以促进由SEP来执行该比较。

[0040] 在某些实施方案中,处理器104操作一个或多个机器学习模型。机器学习模型可使用位于处理器104和/或设备100上的硬件和/或软件的任何组合(例如,程序指令)来操作。在一些实施方案中,使用一个或多个神经网络模块114来操作设备100上的机器学习模型。神经网络模块114可位于ISP 110和/或SEP 112中。

[0041] 神经网络模块114可包括位于处理器104中和/或设备100上的硬件和/或软件的任何组合(例如,程序指令)。在一些实施方案中,神经网络模块114为多尺度神经网络或者其中在网络中所使用的内核的尺度可变化的另一神经网络。在一些实施方案中,神经网络模块114为重复性神经网络(RNN),诸如但不限于门控重复性单元(GRU)重复性神经网络或长短期记忆(LSTM)重复性神经网络。

[0042] 神经网络模块114可包括神经网络电路系统,其安装或配置有已由该神经网络模块或类似的神经网络模块(例如,在不同的处理器或设备上操作的神经网络模块)学习的操作参数。例如,可使用训练图像(例如,参考图像)和/或其他训练数据来训练神经网络模块,以生成神经网络电路系统的操作参数。随后可将从训练中生成的操作参数提供至被安装在设备100上的神经网络模块114。将从训练中生成的操作参数提供至允许神经网络模块使用编程到神经网络模块中的训练信息进行操作的设备100上的神经网络模块114(例如,训练生成的操作参数可被神经网络模块用于操作并评估由设备捕获的图像)。

[0043] 图4描绘了设备100的被授权用户的图像登记过程200的实施方案的流程图。过程200可以被用于创建被存储在设备中(例如,被存储在耦接到SEP 112的存储器中)的设备100的被授权用户的登记简档。登记简档可以包括利用过程200所创建的被授权用户的一个

或多个模板。登记简档和与登记简档相关联的模板可以在面部识别过程中被使用,以允许(例如,授权)用户使用设备和/或在设备上执行操作(例如,解锁设备)。

[0044] 在某些实施方案中,过程200在被授权用户第一次使用设备100时和/或在用户选择创建用于面部识别过程的登记简档时被使用。例如,在授权用户首次获取设备100(例如,被授权用户购买)并由授权用户首次打开设备时,发起过程200。在一些实施方案中,过程200可以在用户希望登记加入面部识别过程、更新设备100的安全设置、重新登记和/或在设备上添加登记简档时被启动。

[0045] 在某些实施方案中,过程200开始于在202中对用户进行认证。在202中,可使用非面部认证过程在设备100上对用户进行认证。例如,可通过输入密码、输入口令或使用除面部识别之外的另一种用户认证协议来将用户认证为授权用户。在202中认证用户之后,在204中捕获用户的一个或多个登记(例如,参考或注册)图像。登记图像可以包括被泛光照明器105A照明的用户的图像(例如,泛光IR图像)和/或被照明器105B照明的用户的图像(例如,图案化照明图像)。如本文所述,在设备100上的面部识别过程中可以独立和/或组合使用泛光IR图像和图案化照明图像(例如,可以独立地使用图像以提供认证判定,并且可以组合这些判定以确定对用户认证的最终判定)。

[0046] 可在用户与设备100进行交互时使用相机102来捕获登记图像。例如,可在用户遵循设备100的显示器108上的提示时捕获登记图像。该提示可包括在捕获登记图像时用户作出不同运动和/或姿态的指令。在204期间,相机102可针对由用户执行的每种运动和/或姿态来捕获多个图像。捕获用户的不同运动和/或不同姿态的图像(其中图像仍具有用户的相对清晰描绘)在提供使得用户能够在不必相对于设备100上的相机102处于受限或受约束的位置的情况下得到认证的更好的多个登记图像中可以是有益的。

[0047] 在204中捕获多个登记图像之后,可在206中选择登记图像,以用于进一步的图像处理。对登记图像206的选择以及第图像的进一步处理可由ISP 110和/或SEP 112来执行。对用于进一步处理的登记图像的选择可以包括选择适合用于生成模板的图像。例如,在206中选择适合用于生成模板的图像可以包括针对图像评估一个或多个所选择的标准以及选择满足所选择的标准图像。所选择的图像可以被用于生成用户的模板。所选择的标准可以包括但不限于用户的面部位于相机视场中、用户面部的姿态适当(例如,用户的面部未在任何方向上从相机转动过远(即,面部的俯仰、偏转和/或翻滚不高于特定水平))、相机102与用户面部之间的距离在所选距离范围内、用户的面部具有低于最小值的遮挡(例如,用户的面部未被另一物体遮挡(遮盖)超过最小量)、用户注意相机(例如,用户的眼睛看着相机)、用户的眼睛未闭合以及图像中适当的光照(照明)。在一些实施方案中,如果在登记图像中检测到超过一个面部,则拒绝该登记图像并且不用于(例如,不选择)进一步的处理。可基于满足特定数量的所选择的标准或所有所选择的标准的图像管理来对用于进一步处理的图像进行选择。在一些实施方案中,在识别图像中的用户特征(例如,诸如眼睛、鼻子和嘴的面部特征)并评估图像中的所选择的标准时使用遮挡图和/或地标特征图。

[0048] 在206中选择图像之后,可在208中对所选择的(模板)图像中的用户特征进行编码。对所选择的图像进行编码可包括对用户的特征(例如,面部特征)进行编码,以将图像中的特征定义为特征空间中的一个或多个特征向量。特征向量210可为208中的编码的输出。特征空间可为n维特征空间。特征向量可为数值的n维向量,其在特征空间中定义来自图像

的特征(例如,特征向量可为定义图像中的用户的面部特征的数值向量)。

[0049] 图5描绘了具有特征向量210的特征空间212的实施方案的表示。每个特征向量210(黑点)可定义来自单个图像、来自复合图像(例如,由几幅图像构成的图像)或来自多个图像的用户的面部特征。特征向量210从单一用户的面部特征生成,该特征向量可彼此类似,因为该特征向量与同一个人相关联并可具有某些“聚类”,如图5中的圆211所示的。如下所述,特征向量256A和256B(开放菱形)为从面部识别过程250获取的特征向量。

[0050] 如图4所示,过程200可包括在214中将特征向量210存储在设备100的存储器(例如,由SEP 112保护的存储器)中。在某些实施方案中,在存储器的模板空间(例如,下文所述的模板空间220)中将特征向量210存储作为静态模板216(例如,登记模板或参考模板)。静态模板216可以被用于过程200所创建的登记简档。在一些实施方案中,静态模板216(和本文描述的其他模板)包括针对由登记泛光IR图像获得的特征向量和针对由登记图案化照明图像获得的特征向量的独立模板。应当理解,由泛光IR图像和图案化照明图像(例如,用于生成深度图图像的图像)获得的独立模板可以在本文描述的附加过程期间独立和/或组合地使用。在本公开中为了简单起见,静态模板216被一般性地描述,并且应当理解,静态模板216(和模板的使用)可以指由泛光IR图像获得的模板或由图案化照明图像获得的模板。在一些实施方案中,泛光IR图像和图案化照明图像的组合可以被用于生成模板。例如,由泛光IR图像和图案化照明图像获得的特征向量对可以被存储在静态模板216中,以在设备100上的一个或多个面部识别过程中使用。

[0051] 图6描绘了设备100的存储器106中登记简档的模板空间220的实施方案的表示。在某些实施方案中,模板空间220位于受SEP 112保护的设备100的存储器106的一部分中。在一些实施方案中,模板空间220包括静态部分222和动态部分224。静态模板216可以例如被添加到模板空间220的静态部分222(例如,模板被永久性地添加到存储器,并且除非设备被重置,否则不被删除或改变)。在一些实施方案中,静态部分222包括特定数量的静态模板216。例如,对于图6中所示模板空间220的实施方案,在静态部分222中允许六个静态模板216。在一些实施方案中,在静态部分222中可以允许九个静态模板216。也可以设想静态部分222中静态模板216的其他数量。在登记简档的登记过程完成并且静态模板216被添加到静态部分222之后,附加动态模板226可以被添加到登记简档的模板空间220的动态部分224(例如,可以在不需要设备重置的情况下从中添加和删除模板的部分)。

[0052] 因此,静态模板216可以是登记过程200针对与登记过程相关联的登记简档生成的登记模板(或参考模板)。在登记过程200完成之后,所选数量的静态模板216被存储在登记简档的模板空间220的静态部分222中。在登记过程200之后被存储在静态部分222中的静态模板216的数量可根据例如登记过程期间获取的不同特征向量的数量而改变,该不同特征向量的数量可基于被选择为适合用作模板图像的图像的数量或针对该设备的模板的期望数量。在登记过程200之后,静态模板216包括可以被用于与登记简档相关联的被授权用户的面部识别的特征向量210(例如,登记或参考特征向量)。因此,模板空间220可以在面部识别认证过程中被使用,以授权与登记简档相关联的用户。

[0053] 图7描绘了面部识别认证过程250的实施方案的流程图。过程250可用于使用用户的面部识别来将用户认证为设备100的授权用户。在某些实施方案中,过程250被用于利用设备100上的登记简档(例如,模板空间220)来认证用户。认证授权用户可允许用户访问并

使用设备100(例如,对设备进行解锁)和/或具有对设备的所选择的功能的访问权限(例如,对运行于设备上的应用程序的功能进行解锁,支付系统(即,进行支付),访问个人数据,通知的扩展视图等)。在某些实施方案中,过程250被用作针对设备100的基本生物识别认证过程(在登记授权用户之后)。在一些实施方案中,过程250被用作除另一认证过程(例如,指纹认证、另一生物识别认证、密码输入、口令输入和/或图案输入)之外的认证过程。在一些实施方案中,如果用户不能使用过程250而被认证,则可使用另一种认证过程(例如,密码输入、图案输入、其他生物识别认证)来访问设备100。

[0054] 在某些实施方案中,过程250开始于子过程300。子过程300可以是用于评估由设备100捕获的初始图像以确定过程250是否应当继续进行进一步下游处理以认证用户的初始过程(例如,“门过程”)。子过程300可以开始于在302中捕获试图针对对设备100的访问得到认证的用户的图像(例如,相机捕获用户的“门”图像)。在某些实施方案中,在302中,相机102捕获用户的泛光IR图像用于门图像。应当理解,门图像可以是用户的面部的单个图像(例如,单个泛光IR图像),或者门图像可以是在短时间内(例如,一秒或更少)拍摄的用户的面部的一系列若干图像。在一些实施方案中,门图像可以包括泛光IR图像和图案化照明图像的组合(例如,相继的泛光IR和图案化照明图像对)。在一些具体实施中,门图像可以由泛光照明器和/或图案照明器照明的用户的几个图像的复合。

[0055] 相机102可以响应于用户的提示来捕获门图像。例如,门图像可以在用户试图通过按压设备100上的按钮(例如,主按钮或虚拟按钮)、通过将设备移动到相对于用户面部的所选择位置(例如,用户移动设备,由此使得相机指向用户的面部或者将设备从桌上举起)和/或通过相对于设备作出特定姿势或移动(例如,轻击屏幕、在显示器上轻扫用户手指或将设备从桌上拿起)而访问设备100时被捕获。

[0056] 在304中,门图像可以被编码,以将用户的面部特征定义为特征空间中的一个或多个特征向量。在一些实施方案中,为门图像定义一个特征向量。在一些实施方案中,为门图像定义多个特征向量。门特征向量306可以是304中门图像的编码的输出。

[0057] 在某些实施方案中,特征向量306在308中被评估,以在特征向量被进一步处理以解锁设备100之前(例如,在任何将特征向量与模板进行匹配的尝试之前)确定所选择的标准(例如,“门标准”)在图像中是否被满足。从特征向量306进行评估的所选择的标准可以包括但不限于用户面部的最少部分位于相机的视场中、用户面部的姿态适当(例如,用户的面部未在任何方向上从相机转动过远(即,面部的俯仰、偏转和/或翻滚不高于特定水平))、相机102与用户的面部之间的距离在所选择的距离范围内、用户的面部具有低于最小值的遮挡(例如,用户的面部未被另一物体遮挡(遮盖)超过最小量)、用户注意相机(例如,用户的眼睛看着相机)、用户的眼睛未闭合、图像中适当的光照(照明或曝光)和/或相机(例如被相机上的手指)遮盖或遮挡。在进一步处理之前要满足的所选择标准的类型和数量可以基于过程250和子过程300的所期望的设置来确定。例如,在一些实施方案中,要满足的所选择标准可以被选择为提供图像中最有可能在特征向量的下游处理(例如,图像的下游处理)中提供更高精度的质量。

[0058] 如果在子过程300操作期间的任何时候,所有所选择的标准在308中得到满足,则过程250在252中以捕获解锁尝试图像来继续。在一些实施方案中,如果并非所有所选择的标准在308中都得到满足,则过程250可以在252中继续。例如,如果4个所选择的标准中有3

个得到满足和/或如果所选择的标准的某些组合得到满足,则可以允许过程250继续。

[0059] 在某些实施方案中,如果所选择的标准中任意者在308中未得到满足,则过程250中没有进一步的下游处理可以发生(例如,没有解锁尝试图像在252中被捕获)。在一些实施方案中,如果在308中发生基于所选择的标准拒绝进一步处理,则新的门图像在302中被捕获并且子过程300处理所述新图像以确定新图像是否满足所选择的标准。在一些实施方案中,子过程300可以重复,直到所选择的标准被在302中所捕获的图像满足。在一些实施方案中,如果子过程300基于所选择的图像继续拒绝门图像,则子过程(和过程250)停止并且设备100被锁定而不允许进一步尝试对设备进行解锁。例如,子过程300可以重复,直至最大数量的门图像被处理和/或针对以门图像尝试满足所选择条件的最大时间限制被达到。在一些实施方案中,子过程300可以继续重复,直到设备100上的显示器关闭(例如,只要显示器打开,子过程就反复尝试)。

[0060] 在一些实施方案中,在设备100被子过程300锁定之后,可以(例如,在显示器108上)显示错误消息,指示面部识别认证过程250已失败和/或设备100的期望操作被限制或阻止执行。设备100可以被锁定而不允许进一步尝试使用面部认证持续指定的时间段和/或直到另一认证协议被用于对设备进行解锁。例如,密码、口令、图案输入、另一形式的生物识别认证或另一认证协议可以被用于对设备100进行解锁。

[0061] 在一些实施方案中,子过程300操作,而不向用户反馈(例如,向用户输出或通知)图像的拒绝和反复尝试捕获满足所选择的标准的图像。在一些实施方案中,在门图像被拒绝时为用户提供反馈。例如,如果设备100太靠近用户的面部(例如,相机102与用户的面部之间的距离短于所选择的距离范围)、距离用户的面部太远(例如,相机与用户的面部之间的距离超过所选择的距离范围)和/或用户的面部在相机的视线中被遮挡,则可以提供音频消息、视觉消息或另一通知。

[0062] 如上所述,如果全部(或所选数量的)所选择的标准在308中得到满足,则过程252从子过程300在252中继续。在252中,相机102捕获用户的面部的附加图像,用于试图认证用户以访问设备100(例如,相机捕获用户的“解锁尝试”图像)。应当理解,解锁尝试图像可以是用户的面部的单个图像(例如,单个泛光IR图像或单个图案化照明图像),或者解锁尝试图像可以是在短时间内(例如,一秒或更少)拍摄的用户的的面部的一系列若干图像。在一些实施方案中,用户的面部的所述一系列若干图像包括泛光IR图像和图案化照明图像对(例如,相继的泛光IR和图案化照明图像对)。在一些具体实施中,解锁尝试图像可以是由泛光照明器和图案照明器照明的用户的几个图像的复合。

[0063] 还应当理解,如本文所述,解锁尝试图像可以包括泛光IR图像或图案化照明图像(例如,用于生成深度图图像的图像)或其组合。此外,可根据需要,独立地或组合地与其对应模板(例如,泛光IR图像与用于泛光IR登记图像的模板)相关联地处理解锁尝试图像。

[0064] 在254中,对解锁尝试图像进行编码,以将用户的面部特征定义为特征空间中的一个或多个特征向量。在一些实施方案中,针对解锁尝试图像来定义一个特征向量。在一些实施方案中,为解锁尝试图像定义多个特征向量。解锁特征向量256可为对254中的解锁尝试图像的编码的输出。

[0065] 在某些实施方案中,在258中,将特征向量256与模板空间220的模板中的特征向量进行比较,以得到解锁尝试图像的匹配分数260。在某些实施方案中,模板空间220是设备

100上登记简档的模板空间。匹配分数260可为特征向量256和模板空间220中的特征向量(例如,如本文所述,静态模板216中的特征向量和/或添加到模板空间的其他动态模板226)之间的差异分数。特征向量256和模板空间220中的特征向量越接近(例如,距离越小或差异越小),匹配分数越高。例如,如图5所示,特征向量256A(开放菱形)距特征向量210比特特征向量256B(开放菱形)更近(例如,特征向量256B比特特征向量256A更靠外)。因此,特征向量256A比特特征向量256B应当具有更高的匹配分数。由于特征向量256B距特征向量210比特特征向量256A更远,因此特征向量256B的更低匹配分数表示与特征向量256B相关联的解锁尝试图像中的面部为与登记简档和模板空间220相关联的被授权用户的面部的置信度更小。

[0066] 在一些实施方案中,对特征向量256和来自模板空间220的模板进行比较,以获取匹配分数260,包括使用一个或多个分类器或支持分类的网络以对特征向量256和来自模板空间220的模板之间的差异进行分类和评估。可被使用的不同分类器的示例包括但不限于线性、分段线性、非线性分类器、支持向量机和神经网络分类器。在一些实施方案中,使用特征向量256和来自模板空间220的模板之间的距离分数来评估匹配分数260。

[0067] 在262中,将匹配分数260与针对设备100的解锁阈值264进行比较。解锁阈值264可表示设备100要求的授权用户的面部和解锁尝试图像中的用户的面部之间的特征(由特征向量定义的)的最小差异(例如,特征空间中的距离),以便对设备进行解锁(或对设备上的特征进行解锁)。例如,解锁阈值264可为确定解锁特征向量(例如,特征向量256)是否与授权用户的面部相关联的模板(例如,模板空间220中的静态模板216)足够类似(例如,足够接近)的阈值。又如,解锁阈值264可以由特征空间212中的圆265表示,如图5所示。如图5中所示,特征向量256A在圆265内部,并且因此特征向量256A应当具有高于解锁阈值264的匹配分数260。然而,特征向量256B在圆265外部,并且因此特征向量256B应当具有低于解锁阈值264的匹配分数260。在某些实施方案中,在制造期间和/或由设备100的固件来设置解锁阈值264。在一些实施方案中,如本文所述,在设备操作期间,由设备100更新(例如,调节)该解锁阈值264。

[0068] 如图7所示,在262中,如果匹配分数260高于解锁阈值264(即,解锁尝试图像中的用户的面部基本上匹配被授权用户的面部),则将解锁尝试图像中的用户认证为设备100上登记简档的被授权用户并且在266中对设备进行解锁。在262中,如果匹配分数260低于解锁阈值264(例如,不等于或高于解锁阈值),则在268中不对设备100进行解锁(例如,设备保持锁定)。应当指出,如果匹配分数260等于解锁阈值264,根据解锁阈值的期望设置(例如,更紧或更松的限制),则可对设备100进行锁定或解锁。此外,对于本文描述的其他实施方案,也可根据需要应用针对相等匹配分数进行比较的任一选项。

[0069] 在某些实施方案中,在270中将解锁尝试与阈值进行比较。该阈值可以例如是所允许的解锁尝试最大次数或者解锁尝试的最大分配时间。在一些实施方案中,对解锁尝试的次数(例如,以在252中捕获的不同解锁尝试图像尝试对设备100进行解锁的次数)进行计数,并且将其与所允许的解锁尝试最大次数进行比较。

[0070] 在某些实施方案中,如果解锁尝试达到该阈值(例如,解锁尝试的次数达到所允许的尝试最大次数),则设备100被锁定而不允许进一步尝试在272中使用面部认证。在一些实施方案中,在272中锁定设备时,可(例如,在显示器108上)显示用于指示面部识别认证过程250已失败和/或设备100的期望操作被限制或阻止执行的错误消息。在指定时间段内可锁

定设备100,而不允许在272中进一步尝试使用面部认证,和/或直到使用另一种认证协议对设备进行解锁。例如,解锁选项274可以被用于对设备100进行解锁。

[0071] 解锁选项274可以包括为用户呈现一个或多个选项用于以另一认证类型继续对设备100进行解锁或访问设备100上的特征(例如,为用户呈现用于以第二认证协议继续的选项)。呈现选项可包括例如在设备100的显示器108上显示一个或多个选项,并通过听觉和/或视觉通信提示用户选择所显示的选项中的一个选项,以继续进行设备对设备上的特征的解锁或访问。用户然后可使用所选择的选项并根据需要遵循附加听觉和/或视觉提示来继续进行对设备100的解锁/访问。在使用所选择的选项成功认证之后,可允许对设备100进行解锁/访问的用户的初始请求。解锁选项274可以包括但不限于使用密码、口令、图案输入、另一形式的生物识别认证或另一认证协议来对设备100进行解锁。在一些实施方案中,解锁选项274包括提供在被选择时导致显示密码/口令/图案输入用户界面的“用户密码/口令/图案”示能表示或密码/口令/图案输入用户界面或在被显示时提示用户将手指放在设备的指纹传感器上的“用户指纹”提示。

[0072] 如果解锁尝试在270中低于阈值(例如,解锁尝试的次数低于所允许的尝试最大次数),则过程250可以再次运行(例如,重新启动),在子过程300中以另一门图像开始(例如,子过程300重新启动并且在302中捕获用户的新图像(诸如新的泛光IR图像))。在一些具体实施中,设备100自动捕获用户面部的新的门图像而不提示用户(例如,新图像的捕获自动实现和/或对用户隐藏)。在一些具体实施中,设备100(视觉地和/或听觉地)向用户通知过程250正重新启动。在一些实施方案中,设备100可以提示用户提供用于重新启动过程250的输入。例如,可以提示用户认可或以其他方式(视觉地和/或听觉地)确认重新启动过程250的尝试。

[0073] 在某些实施方案中,如图7所示,在子过程300重新启动之前,在310中调整(在308中评估的)所选择的标准中的一者或多者。在310中调整所选择的标准可以包括对一个或多个所选择的标准提供更严格的(例如,更严格的)容差。在一些实施方案中,在310中调整所选择的标准包括调整所选数量的所选择的标准(例如,仅所选择的标准的子集被调整)。要在310中调整的所选择的标准可以包括在被调整时可能在过程250中的解锁尝试图像的匹配过程中提供更高精度的所选择标准。例如,这些所选择的标准的调整可以提高在252中所捕获的解锁尝试图像被用于在过程250的重新启动中准确地授权用户的可能性(如果尝试解锁设备100的用户是被授权用户并且不是未授权用户的话)。

[0074] 在一些实施方案中,在310中调整的所选择的标准中的一者包括针对相机102与用户面部之间的距离的所选择的距离范围。在某些实施方案中,所选择的距离范围被减小到更小范围。例如,所选择的距离范围可以在所述范围的一端或两端上被减小约5cm、约10cm或约15cm。因此,在子过程300的连续重新启动尝试中捕获的门图像可以具有减小的当特征向量306在308中被评估时要满足的用户面部的所选择距离范围。针对相机102与用户面部之间的所选距离标准减小所选择的距离范围可以增大用户面部与相机相距最佳距离以及从在252中捕获的图像提取(例如,编码)更准确的特征向量(例如,可能与模板220中的特征向量匹配的特征向量)的可能性。

[0075] 在一些实施方案中,在310中调整所选择的距离范围中可以使用从在252中捕获的解锁尝试图像获得的相机102与用户面部之间的估计距离的数据。相机102与用户面部之间

的距离的估计数据可以例如从被捕获作为解锁尝试图像的图案化照明图像(例如,用于生成深度图图像的图像)获得(例如,特征向量256包括距离数据)。由图案化照明图像生成的深度图图像在估计距离中可以更准确,因为深度图图像包括三维数据。因此,使用来自深度图图像的距离数据在提供310中所选择的距离范围所需的调整中可以是有用的。例如,来自深度图图像的距离数据可以被用于评估在先前解锁尝试图像中用户的面部是否太接近所选择距离范围的下限或上限。深度图图像距离数据于是可以被用于调整提高下限和/或降低上限,以增大在过程250的重新启动中更好匹配的可能性。

[0076] 在一些实施方案中,在310中调整的所选择标准中的一者是在302中捕获的门图像中的最小遮挡值。例如,可以减小最小遮挡值(例如,在新捕获的门图像中可以允许更少的遮挡)。在一些实施方案中,对于所选择的标准,最小遮挡值可以被减小到基本上为零(允许无遮挡)。减小最小遮挡值可以增加在解锁尝试图像中捕获的用户面部中的特征的数量以及所提取的对应特征向量的数量。特征向量数量的增加可以提高在过程250重新启动期间将所提取的特征向量(例如,特征向量256)匹配到模板220中的特征向量的准确性和/或可能性。

[0077] 在一些实施方案中,在310中调整其他所选择的标准。例如,对于用户面部的部分在相机视场中,可以增大用户面部需要在相机视场中的最少部分。对于用户面部的姿态,面部的俯仰、偏转和翻滚的可允许水平可以被降低(例如,相对于正常位置更少的俯仰、偏转和翻滚被允许)。对于用户的注意力,可以增大对注意力的限制(例如,可以提高最小注意力的容限)。对于曝光,可以降低图像中所允许的曝光范围。

[0078] 在一些实施方案中,当过程250在262中由于解锁尝试图像不匹配模板220以及过程250的重新启动正在执行而失败时,为用户提供反馈。反馈可以包括在设备100上为用户提供音频消息、视觉消息或另一通知。在一些实施方案中,如果从深度图图像估计的用户面部与相机102之间的距离指示用户的面部接近所选择的距离范围的下限,则可以提供反馈,指示用户的面部可能太靠近相机,并且用户可以将其面部移动远离相机以增大认证的几率。用户在某种遮挡被检测到的情况下也可以接收反馈。此类反馈可以包括要求用户确保面部和/或相机不被遮挡或阻挡。如果在图像的框架或场景中检测到用户的部分面部(例如,当前额、下巴、面部左侧或右侧的部分被截掉时),可以为用户提供附加反馈。反馈可以包括要求用户将用户的面部更好地定位在框架或场景中用于捕获图像。例如,可以要求用户将其头部朝框架的中心移动。

[0079] 在310中为过程250的重新启动调整一个或多个所选择的标准可以为用户提供更令人满意的用户体验。体验可以更令人满意,因为用于认证用户的过程250的重新启动的尝试(例如,重试尝试)可以通过更严格的容差置于所选择的标准上而具有更高的成功几率(如果尝试解锁设备100的用户是被授权用户的话)。为过程250提供更高的成功几率可以降低用户必须使用辅助认证过程来解锁设备100的频率。通过过程250的自动重试尝试,用户也可以体验设备100的更快解锁。这些因素可以提高被授权用户在面部识别认证过程中的满意度,从而增大面部识别认证过程对于用户的可用性。

[0080] 在某些实施方案中,可由执行被存储在非暂态计算机可读介质上的指令的一个或多个处理器(例如,计算机处理器)来执行本文所述的一个或多个过程步骤。例如,图4和图7中所示的过程200和过程250可以具有通过一个或多个处理器执行作为程序指令被存储在

计算机可读存储介质(例如,非暂态计算机可读存储介质)中的指令来执行的一个或多个步骤。

[0081] 图8描绘了示例性计算机系统510的一个实施方案的框图。示例性计算机系统510可用于实现本文所述的一个或多个实施方案。在一些实施方案中,计算机系统510能由用户操作以实施本文描述的一个或多个实施方案,诸如图4和图7中所示的过程200和过程250。在图8的实施方案中,计算机系统510包括处理器512、存储器514和各种外围设备516。处理器512耦接到存储器514和外围设备516。处理器512被配置为执行可以在软件中的指令,包括用于过程200和/或过程250的指令。在各种实施方案中,处理器512可实现任何期望的指令集(例如,Intel架构-32(IA-32,也被称为x86)、IA-32(具有64位扩展)、x86-64、PowerPC、Sparc、MIPS、ARM、IA-64等)。在一些实施方案中,计算机系统510可包括多于一个处理器。此外,处理器512可包括一个或多个处理器或一个或多个处理器内核。

[0082] 处理器512可以任何期望的方式而被耦接到存储器514和外围设备516。例如,在一些实施方案中,处理器512可经由各种互连件而被耦接到存储器514和/或外围设备516。另选地或除此之外,可使用一个或多个桥接芯片来耦接处理器512、存储器514和外围设备516。

[0083] 存储器514可包括任何类型的存储器系统。例如,存储器514可包括DRAM,并且更具体地包括双倍数据速率(DDR) SDRAM、RDRAM等。可包括存储器控制器以与存储器514接口连接,和/或处理器512可包括存储器控制器。存储器514可存储在使用期间由处理器512执行的指令、在使用期间由处理器操作的数据等。

[0084] 外围设备516可以表示可以被包括在计算机系统510中或与其耦接的任何种类的硬件设备(例如,存储设备,可选地包括图9所示的计算机可访问存储介质600、其他输入/输出(I/O)设备诸如视频硬件、音频硬件、用户接口设备、联网硬件等)。

[0085] 现在转向图9,其示出了计算机可访问存储介质600的一个实施方案的框图,该计算机可访问存储介质包括被包括在集成电路设计中的表示设备100(在图1中描绘)的一个或多个数据结构和表示过程200和/或过程250(在图4和图7中示出)的一个或多个代码序列。每个代码序列可包括在由计算机中的处理器执行时实现针对对应的代码序列所述的操作的一个或多个指令。一般来讲,计算机可访问存储介质可包括在使用期间可被计算机访问以向计算机提供指令和/或数据的任何存储介质。例如,计算机可访问存储介质可包括非暂态存储介质诸如磁性介质或光学介质,例如磁盘(固定的或可拆卸的)、磁带、CD-ROM、DVD-ROM、CD-R、CD-RW、DVD-R、DVD-RW或蓝光。存储介质还可包括易失性或非易失性存储介质,诸如RAM(例如,同步动态RAM(SDRAM)、Rambus DRAM(RDRAM)、静态RAM(SRAM)等)、ROM或闪存存储器。存储介质可被物理地包括在存储介质将指令/数据提供至其的计算机中。另选地,存储介质可连接至计算机。例如,存储介质可通过网络或无线链路诸如网络附接存储装置而被连接至计算机。存储介质可通过外围接口诸如通用串行总线(USB)而被连接。一般来讲,计算机可访问存储介质600可以非暂态方式存储数据,其中在该上下文中非暂态是指不通过信号传输指令/数据。例如,非暂态存储装置可为易失性的(并且响应于断电而可能会丢失所存储的指令/数据)或非易失性的。

[0086] 根据本说明书,对本公开所描述的实施方案的各个方面的其他修改和替代实施方案对于本领域的技术人员而言将为显而易见的。因此,将本说明书理解为仅为示例性的并

且用于教导本领域的技术人员执行这些实施方案的一般方式。应当理解,本文所示和所述的实施方案的形式将被当作目前优选的实施方案。元素与材料可被本文所示和所述的那些元素与材料替代,可反转部件和工艺,并且可独立地利用这些实施方案的某些特征,在受益于本说明书之后,所有这些对于本领域的技术人员而言都应当为显而易见的。可在不脱离以下权利要求书的实质和范围的情况下对本文所述的元素作出修改。

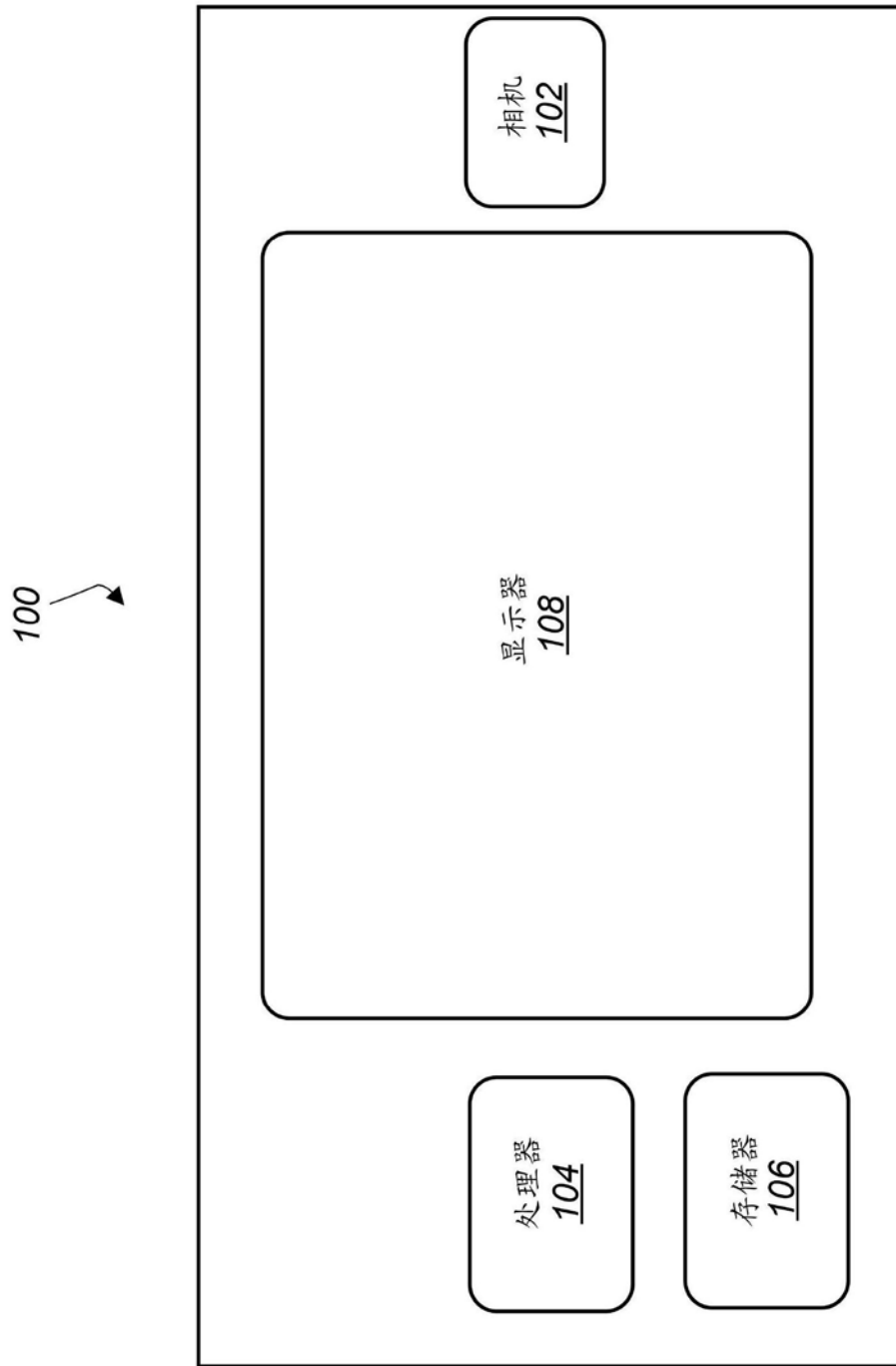


图1

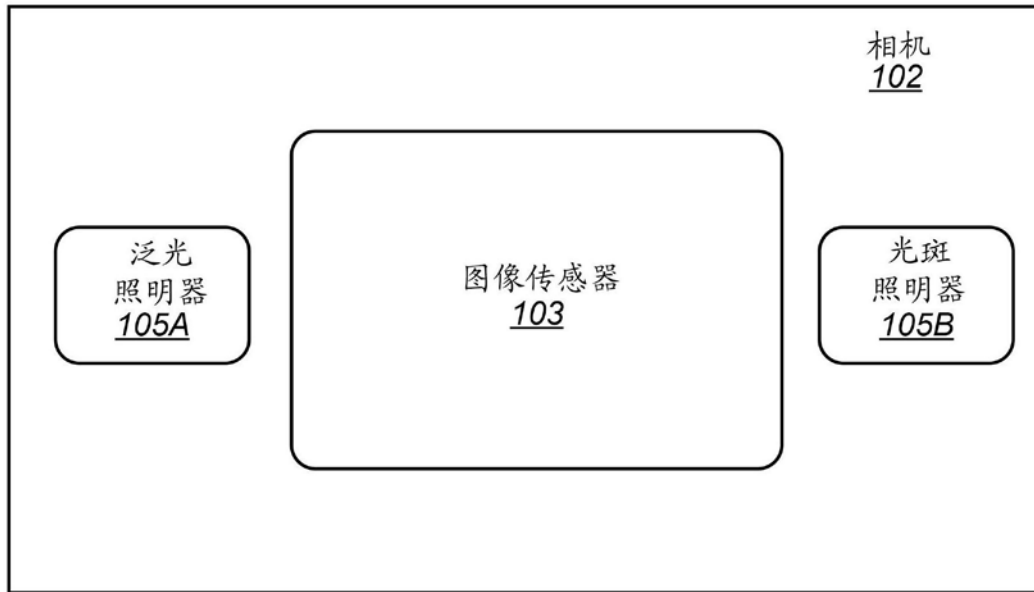


图2

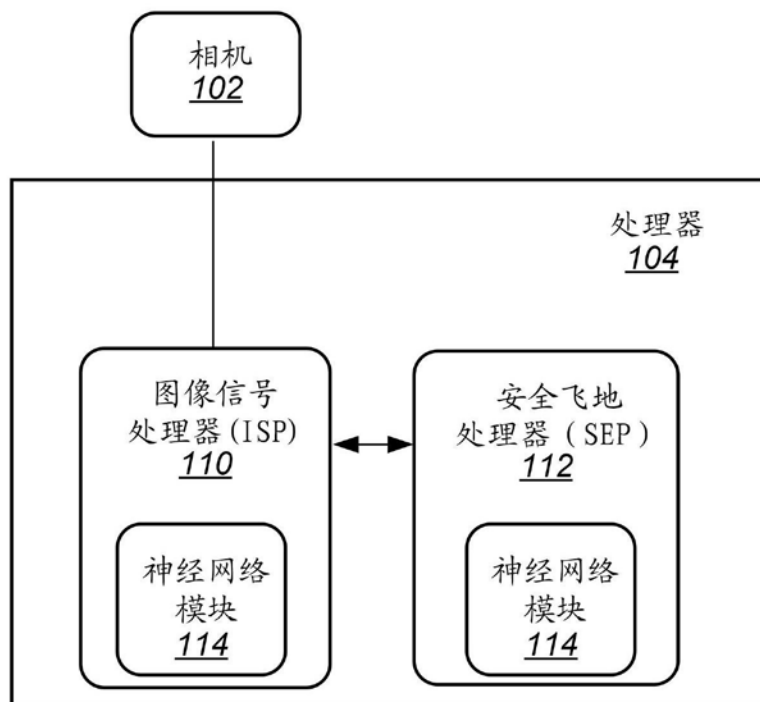


图3

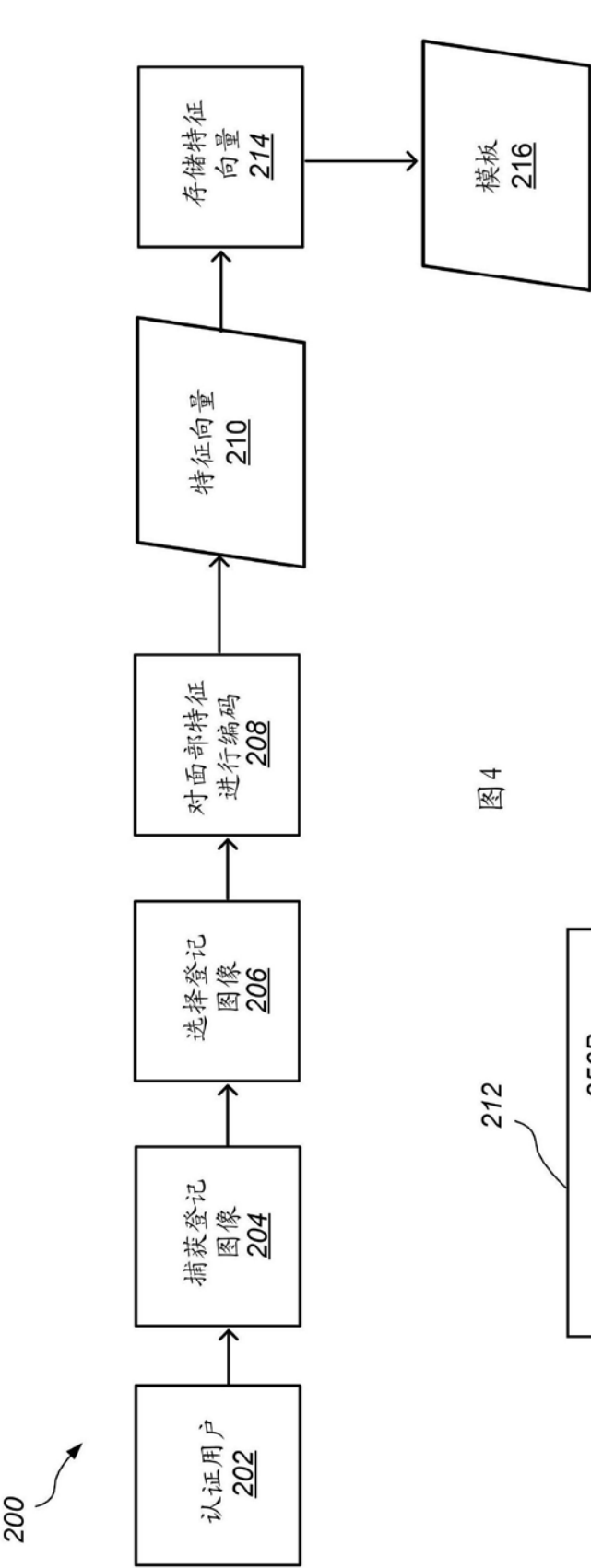


图 4

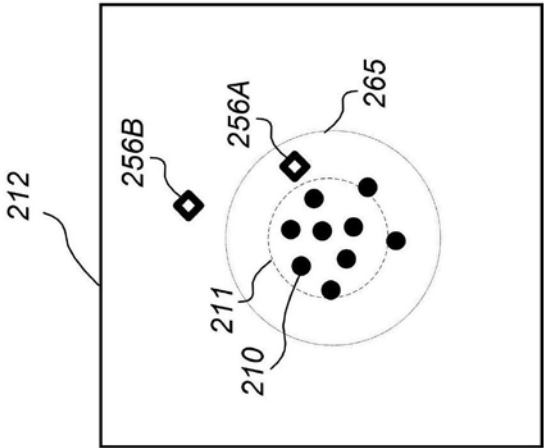


图 5

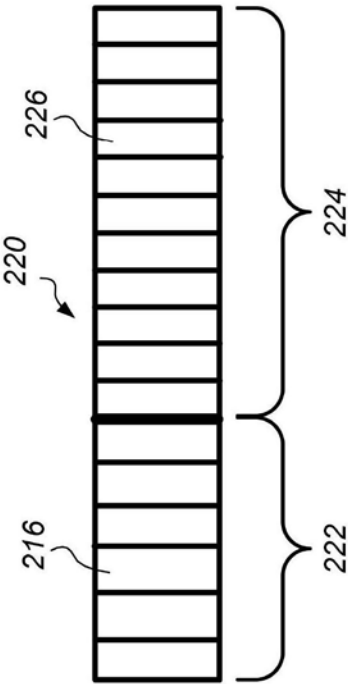


图 6

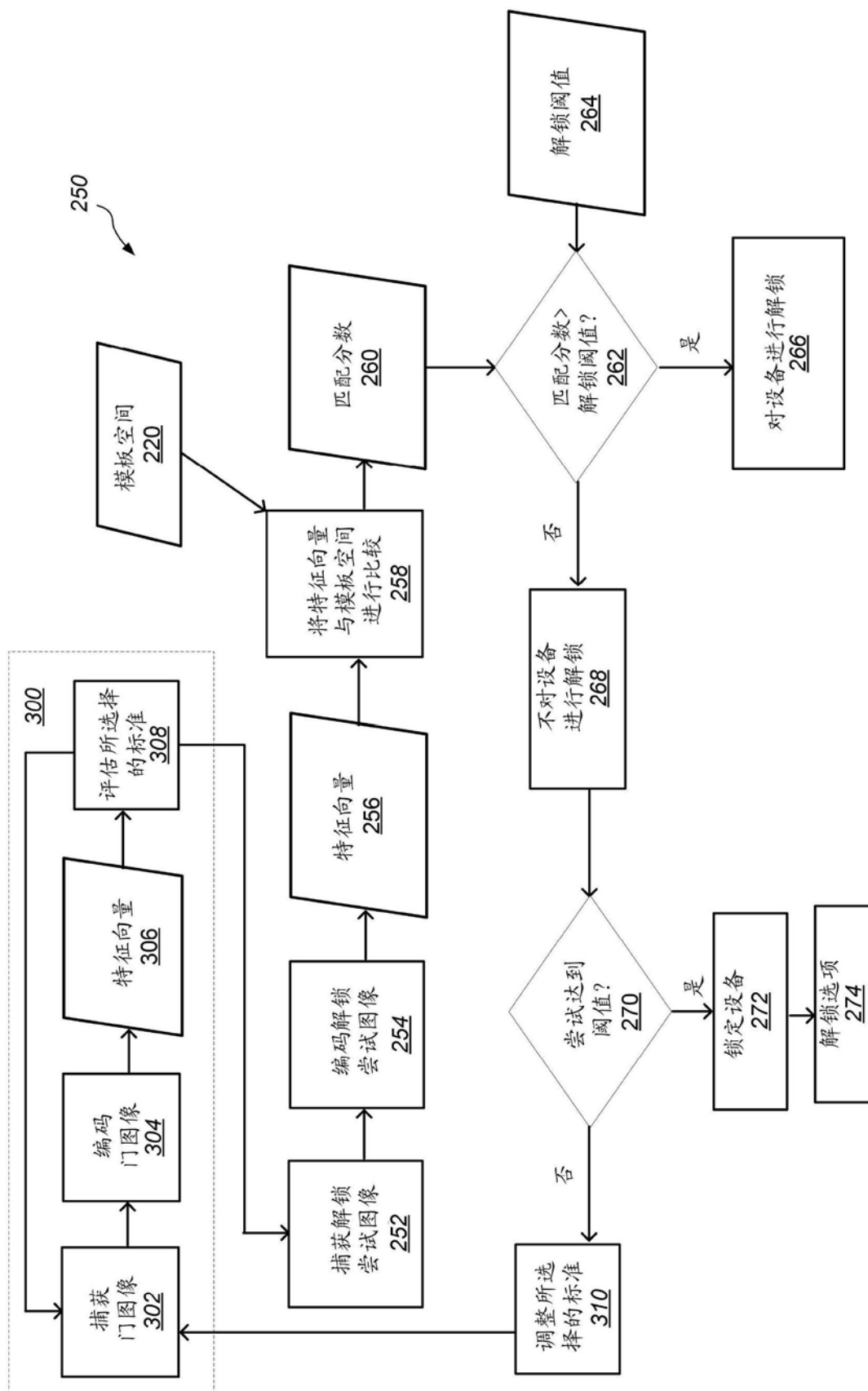


图7

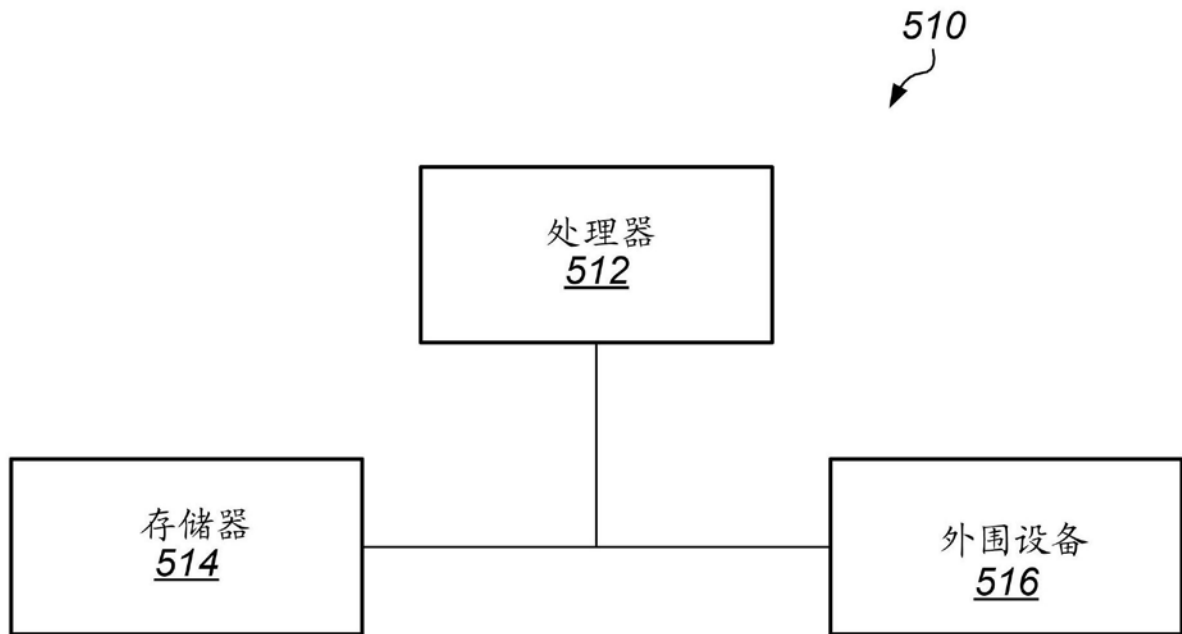


图8

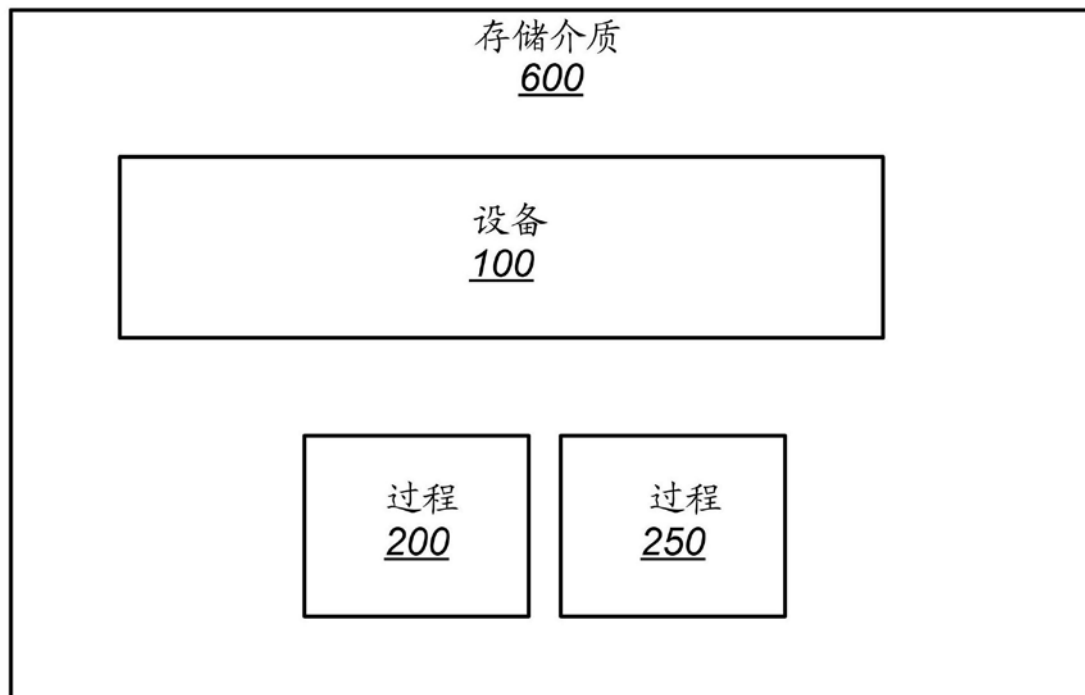


图9