



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103324909 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 25

(21) 申请号 201310084102. 1

(22) 申请日 2013. 03. 15

(30) 优先权数据

13/421, 668 2012. 03. 15 US

13/736, 760 2013. 01. 08 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

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)

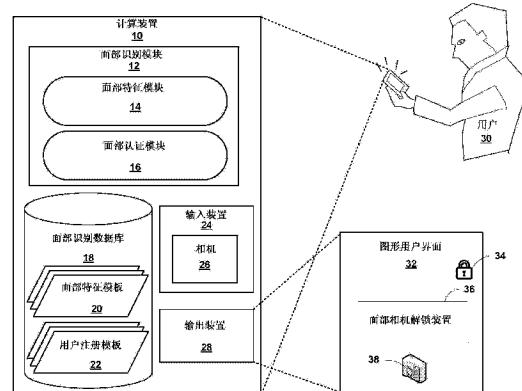
权利要求书4页 说明书17页 附图7页

(54) 发明名称

面部特征检测

(57) 摘要

本发明涉及面部特征检测。一种示例方法包括：由计算装置的相机捕获至少包括用户的面部的图像；计算在图像中的用户的面部的面部模板；以及分析面部模板以确定面部是否包括可去除面部特征和非可去除面部特征中的至少一个，该可去除面部特征减小在两个面部之间的区别水平，该非可去除面部特征减小在两个面部之间的区别水平。当该面部包括该可去除面部特征时，该方法进一步包括：对于该用户输出去除该可去除面部特征的通知。当该面部包括该非可去除面部特征时，该方法进一步包括：将第一类似度分值阈值调整为第二类似度分值阈值。



1. 一种方法,包括:

由计算装置捕获至少包括用户的面部的图像;

由所述计算装置计算在所述图像中的所述用户的所述面部的面部模板;以及

由所述计算装置分析所述面部模板以确定所述面部是否包括减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征和减小在两个面部之间的区别水平的非可去除面部特征中的至少一个,

当所述面部包括所述可去除面部特征时,所述方法包括:

由所述计算装置对于所述用户输出去除所述可去除面部特征的通知;并且

当所述面部包括所述非可去除面部特征时,所述方法包括:

由所述计算装置将第一类似度分值阈值调整为第二类似度分值阈值。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,进一步包括:

存储一组可去除面部特征模板,其中,所述一组可去除面部特征模板包括一个或多个正可去除面部特征模板和一个或多个负可去除面部特征模板,其中,所述正可去除面部特征模板是具有所述可去除面部特征的人的图像,并且其中,所述负可去除面部特征模板是不具有所述可去除面部特征的人的图像。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,分析所述面部模板以确定所述面部是否包括减小在两个面部之间的区别水平的所述可去除面部特征进一步包括:

由所述计算装置将所述面部模板与所述一组可去除面部特征模板作比较;

由所述计算装置确定在所述面部模板和一个或多个所述正可去除面部特征模板以及一个或多个所述负可去除面部特征模板之间的多个可去除面部特征类似度分值;以及

由所述计算装置计算所述多个可去除面部特征类似度分值的加权和,

其中,当所述多个可去除面部特征类似度分值的所述加权和是正的时,确定所述面部包括所述可去除面部特征,并且

其中,当所述多个可去除面部特征类似度分值的所述加权和是负的时,确定所述面部不包括所述可去除面部特征。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述图像是第一图像,并且所述面部模板是第一面部模板,并且其中,当所述面部包括所述可去除面部特征时,所述方法进一步包括:

由所述计算装置捕获包括所述用户的所述面部的第二图像;

由所述计算装置计算在所述第二面部中的所述用户的所述面部的第二面部模板;

计算在所述第二图像中的所述用户的所述第二面部模板和所述用户的注册模板之间的类似度分值;以及

由所述计算装置确定所述类似度分值是否大于所述第一类似度分值阈值。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中,从所述用户的先前捕获的图像计算所述用户的所述注册模板。

6. 根据权利要求 4 所述的方法,在确定所述类似度分值大于所述第一类似度分值阈值时,许可通过面部识别的认证。

7. 根据权利要求 4 所述的方法,在确定所述类似度分值小于所述第一类似度分值阈值时,拒绝通过面部识别的认证。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,进一步包括:

存储一组非可去除面部特征模板，其中，所述一组非可去除面部特征模板包括一个或多个正非可去除面部特征模板和一个或多个负非可去除面部特征模板，并且其中，所述正非可去除面部特征模板是具有所述非可去除面部特征的人的图像，并且其中，所述负非可去除面部特征模板是不具有所述非可去除面部特征的人的图像。

9. 根据权利要求 8 所述的方法，其中，分析所述面部模板以确定所述面部是否包括减小在两个面部之间的区别水平的所述非可去除面部特征进一步包括：

由所述计算装置将所述面部模板与所述一组非可去除面部特征模板作比较；

由所述计算装置确定在所述面部模板和一个或多个所述正非可去除面部特征模板以及一个或多个所述负非可去除面部特征模板之间的多个非可去除面部特征类似度分值；以及

由所述计算装置计算所述多个非可去除面部特征类似度分值的加权和，

其中，当所述多个非可去除面部特征类似度分值的所述加权和是正的时，确定所述面部包括所述非可去除面部特征，并且

其中，当所述多个非可去除面部特征类似度分值的所述加权和是负的时，确定所述面部不包括所述非可去除面部特征。

10. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，当所述面部包括所述非可去除面部特征时，所述方法进一步包括：

计算在所述图像中的所述用户的所述面部模板和所述用户的注册模板之间的类似度分值；以及

由所述计算装置确定所述类似度分值是否大于所述第二类似度分值阈值。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其中，当所述类似度分值大于所述第二类似度分值阈值时，所述方法进一步包括：

许可能通过面部识别的认证；以及

将所述计算装置从锁定状态转换到解锁状态，并且

其中，当所述类似度分值小于所述第二类似度分值阈值时，所述方法进一步包括：

拒绝可能通过面部识别的认证；以及

阻止所述计算装置从锁定状态转换到解锁状态。

12. 根据权利要求 10 所述的方法，进一步包括：

由所述计算装置确定何时认证会话完成；以及

响应于确定所述认证会话完成，将所述第二类似度分值阈值调整回所述第一类似度分值阈值。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其中，确定何时所述认证会话完成进一步包括：

由所述计算装置确定通过面部识别的认证是否是被拒绝和许可的至少一个。

14. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，当第一面部模板不包括所述可去除面部特征和所述非可去除面部特征时，所述方法进一步包括：

由所述计算装置计算在所述图像中的所述用户的所述面部模板和所述用户的注册模板之间的类似度分值；以及

由所述计算装置确定所述类似度分值是否大于所述第一类似度分值阈值，

当所述类似度分值大于所述第一类似度分值阈值时，所述方法进一步包括：

许 可 通 过 面 部 识 别 的 认 证 ; 以 及

将 所 述 计 算 装 置 从 锁 定 状 态 转 换 到 解 锁 状 态 ; 并 且

当 所 述 类 似 度 分 值 小 于 所 述 第 一 类 似 度 分 值 阈 值 时 , 所 述 方 法 进 一 步 包 括 :

拒 绝 通 过 面 部 识 别 的 认 证 ; 以 及

阻 止 所 述 计 算 装 置 从 锁 定 状 态 转 换 到 解 锁 状 态 。

15. 根 据 权 利 要 求 15 所 述 的 方 法 , 其 中 , 分 析 第 一 面 部 模 板 以 确 定 所 述 面 部 是 否 包 括 减 小 在 两 个 面 部 之 间 的 区 别 水 平 的 可 去 除 面 部 特 征 和 减 小 在 两 个 面 部 之 间 的 区 别 水 平 的 非 可 去 除 面 部 特 征 中 的 至 少 一 个 包 括 : 使 用 面 部 识 别 模 块 来 分 析 所 述 第 一 面 部 模 板 , 并 且 其 中 , 计 算 在 所 述 第 一 图 像 中 的 所 述 用 户 的 所 述 第 一 面 部 模 板 和 所 述 用 户 的 所 述 注 册 模 板 之 间 的 所 述 类 似 度 分 值 包 括 : 通 过 所 述 面 部 识 别 模 块 来 计 算 。

16. 根 据 权 利 要 求 1 所 述 的 方 法 , 其 中 , 所 述 可 去 除 面 部 特 征 包 括 太 阳 镜 。

17. 根 据 权 利 要 求 1 所 述 的 方 法 , 其 中 , 所 述 非 可 去 除 面 部 特 征 包 括 面 部 毛 发 。

18. 根 据 权 利 要 求 1 所 述 的 方 法 , 其 中 , 所 述 第 二 类 似 度 分 值 阈 值 大 于 所 述 第 一 类 似 度 分 值 阈 值 。

19. 一 种 计 算 机 可 读 存 储 介 质 , 包 括 用 于 使 得 计 算 装 置 的 至 少 一 个 处 理 器 执 行 操 作 的 指 令 , 所 述 操 作 包 括 :

由 所 述 计 算 装 置 的 相 机 捕 获 至 少 包 括 用 户 的 面 部 的 图 像 ;

计 算 在 所 述 图 像 中 的 所 述 用 户 的 所 述 面 部 的 面 部 模 板 ; 以 及

分 析 所 述 面 部 模 板 以 确 定 所 述 面 部 是 否 包 括 减 小 在 两 个 面 部 之 间 的 区 别 水 平 的 可 去 除 面 部 特 徵 和 减 小 在 两 个 面 部 之 间 的 区 别 水 平 的 非 可 去 除 面 部 特 徵 中 的 至 少 一 个 ,

当 所 述 面 部 包 括 所 述 可 去 除 面 部 特 徵 时 , 所 述 方 法 包 括 :

由 所 述 计 算 装 置 的 图 形 用 户 界 面 对 于 所 述 用 户 输 出 去 除 所 述 可 去 除 面 部 特 徵 的 通 知 ; 并 且

当 所 述 面 部 包 括 所 述 非 可 去 除 面 部 特 徵 时 , 所 述 方 法 包 括 :

将 第 一 类 似 度 分 值 阈 值 调 整 为 第 二 类 似 度 分 值 阈 值 。

20. 一 种 计 算 装 置 , 包 括 :

至 少 一 个 处 理 器 ;

至 少 一 个 相 机 , 所 述 至 少 一 个 相 机 由 所 述 至 少 一 个 处 理 器 可 操 作 来 捕 获 第 一 图 像 , 所 述 第 一 图 像 至 少 包 括 用 户 的 第 一 面 部 ; 以 及

至 少 一 个 输出 装 置 ,

其 中 , 所 述 至 少 一 个 处 理 器 被 配 置 为 分 析 第 一 面 部 模 板 以 确 定 所 述 面 部 是 否 包 括 减 小 在 两 个 面 部 之 间 的 区 别 水 平 的 可 去 除 面 部 特 徵 和 减 小 在 两 个 面 部 之 间 的 区 别 水 平 的 非 可 去 除 面 部 特 徵 中 的 至 少 一 个 , 其 中 , 当 所 述 面 部 包 括 所 述 可 去 除 面 部 特 徵 时 , 所 述 至 少 一 个 输出 装 置 被 配 置 为 对 于 所 述 用 户 输 出 去 除 所 述 可 去 除 面 部 特 徵 的 通 知 , 并 且 其 中 , 当 所 述 面 部 包 括 所 述 非 可 去 除 面 部 特 徵 时 , 所 述 方 法 包 括 : 将 第 一 类 似 度 分 值 阈 值 调 整 为 第 二 类 似 度 分 值 阈 值 。

21. 一 种 方 法 , 包 括 :

由 计 算 装 置 捕 获 至 少 包 括 用 户 的 面 部 的 图 像 ;

由 所 述 计 算 装 置 计 算 在 所 述 图 像 中 的 所 述 用 户 的 所 述 面 部 的 面 部 模 板 ; 以 及

由所述计算装置分析所述面部模板以确定所述面部是否包括减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征，

当所述面部包括所述可去除面部特征时，所述方法包括：

由所述计算装置对于所述用户输出去除所述可去除面部特征的通知。

面部特征检测

技术领域

[0001] 本公开涉及面部识别技术，并且更具体地，涉及被捕获以在面部识别中使用的图像的面部特征的检测。

背景技术

[0002] 用户可以通过将计算装置“解锁”来激活或以其他方式访问该装置的功能。在一些情况下，计算装置可以被配置为允许基于由用户提供的认证信息来解锁。认证信息可以采用各种形式，包括字母数字密码、手势和生物计量信息。生物计量信息的示例包括指纹、视网膜扫描、语音和面部图像。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：由计算装置捕获至少包括用户的面部的图像，并且由所述计算装置计算在所述图像中的所述用户的所述面部的面部模板。所述方法进一步包括：由所述计算装置分析所述面部模板以确定所述面部是否包括可去除面部特征和非可去除面部特征中的至少一个，所述可去除面部特征减小在两个面部之间的区别水平，所述非可去除面部特征减小在两个面部之间的区别水平。当所述面部包括所述可去除面部特征时，所述方法进一步包括：由所述计算装置对于所述用户输出去除所述可去除面部特征的通知。当所述面部包括所述非可去除面部特征时，所述方法进一步包括：由所述计算装置将第一类似度分值阈值调整为第二类似度分值阈值。

[0004] 在另一个示例中，一种计算机可读存储介质包括：用于使得计算装置的至少一个处理器执行操作的指令。所述操作包括：捕获至少包括用户的面部的图像，以及计算在所述图像中的所述用户的所述面部的面部模板。所述操作进一步包括：分析所述面部模板以确定所述面部是否包括可去除面部特征和非可去除面部特征中的至少一个，所述可去除面部特征减小在两个面部之间的区别水平，所述非可去除面部特征减小在两个面部之间的区别水平。当所述面部包括所述可去除面部特征时，所述操作进一步包括：对于所述用户输出去除所述可去除面部特征的通知。当所述面部包括所述非可去除面部特征时，所述操作进一步包括：将第一类似度分值阈值调整为第二类似度分值阈值。

[0005] 在另一个示例中，一种装置包括至少一个处理器、由所述至少一个处理器可操作来捕获图像的至少一个相机、和至少一个输出装置。所述至少一个处理器被配置为分析所述第一面部模板以确定所述面部是否包括可去除面部特征和非可去除面部特征中的至少一个，所述可去除面部特征减小在两个面部之间的区别水平，所述非可去除面部特征减小在两个面部之间的区别水平，其中，当所述面部包括所述可去除面部特征时，所述至少一个输出装置被配置为对于所述用户输出去除所述可去除面部特征的通知，并且其中，当所述面部包括所述非可去除面部特征时，所述方法包括：将第一类似度分值阈值调整为第二类似度分值阈值。

[0006] 在另一个示例中，一种方法包括：由计算装置捕获至少包括用户的面部的图像，并

且由所述计算装置计算在所述图像中的所述用户的所述面部的面部模板。所述方法进一步包括：由所述计算装置分析所述面部模板以确定所述面部是否包括可去除面部特征，所述可去除面部特征减小在两个面部之间的区别水平。当所述面部包括所述可去除面部特征时，所述方法进一步包括：由所述计算装置对于所述用户输出去除所述可去除面部特征的通知。

[0007] 在下面的附图和说明书中阐述了一个或多个示例的细节。从说明书和附图并且从权利要求，其他特征、目的和优点将显而易见。

附图说明

[0008] 图 1 是图示根据本公开的一个或多个方面的示例计算装置的概念图，该示例计算装置在面部识别期间检测可以降低在两个面部之间的区别水平的面部特征。

[0009] 图 2 是图示根据本公开的一个或多个方面的示例计算装置的细节的框图，该示例计算装置用于在面部识别期间检测可以降低在两个面部之间的区别水平的面部特征。

[0010] 图 3 是图示根据本公开的一个或多个方面的示例计算装置的概念图，该示例计算装置在面部识别期间检测可以降低在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征。

[0011] 图 4 是图示根据本公开的一个或多个方面的示例计算装置的概念图，该示例计算装置在面部识别期间检测可以降低在两个面部之间的区别水平的非可去除面部特征。

[0012] 图 5 是图示根据本公开的一个或多个方面的示例处理的流程图，该示例处理可以被计算装置执行来在面部识别期间分析面部图像并且检测可以减小在两个面部之间的区别水平的面部特征。

[0013] 图 6 是图示根据本公开的一个或多个方面的示例处理的流程图，当已经在用于面部识别的图像中检测到可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征时，计算装置可以执行该示例处理。

[0014] 图 7 是图示根据本公开的一个或多个方面的示例处理的流程图，当已经在用于面部识别的图像中检测到可以减小在两个面部之间的区别水平的非可去除面部特征时，计算装置可以执行该示例处理。

具体实施方式

[0015] 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该计算装置的一个或多个功能或由该计算装置以其他方式控制的功能的用户。在一些常见情况下，计算装置可以存储从一个或多个授权用户的面部的图像（或“注册图像”）计算的模板（或“注册的模板”）。当用户试图访问该计算装置的功能（或“解锁”该计算装置）时，该计算装置可以捕获用户面部的图像以用于认证目的。计算装置可以计算所捕获的面部图像的模板，并且使用面部识别技术（例如，面部识别程序）来将捕获的面部图像的模板与关联于授权用户的注册模板作比较。如果面部识别程序确定在该模板或至少一个注册的模板之间的可接受的匹配水平，则该计算装置可以认证用户，并且许可接入请求。

[0016] 通常，面部识别系统可以通过将捕获的面部图像的面部特征与关联于授权用户的注册图像的面部特征作比较来认证用户并且许可用户对于计算装置的功能的访问。如果捕

获的面部图像的面部特征与注册图像之一的面部特征足够类似，则用户被授权访问计算装置的功能。可以使用类似度分值来量化在面部特征之间的类似度，越高的类似度分值表示越高的类似度。如果在比较两个图像的面部特征中的类似度分值大于类似度分值阈值，则可以将该两个图像的面部特征看作匹配。

[0017] 然而，通过面部识别的认证在一些情况下未按照意愿作为。例如，诸如太阳镜和面部毛发的特定面部特征可以使得通过面部识别的认证失败。如在此所述，这样的失败的示例是即使当用户是授权用户时对于用户拒绝匹配。这样的失败的另一个示例是当用户不是授权用户时对于用户许可匹配。

[0018] 如果授权用户被拒绝访问其中他们实际上是授权用户的计算装置，则他们可能变得失意。另外，未经授权用户可以利用面部识别程序的缺陷来引起错误的认证。例如，未经授权用户可能通过试图看起来不太独特来试图解锁计算装置。看起来不太独特可以使得面部识别系统将未经授权用户的捕获图像看作与关联于授权用户的注册图像之一匹配。

[0019] 在一些示例中，可能减小在用户之间的区别水平的面部特征可以是增大在两个另外相区别的用户之间的类似度分值的任何面部特征。换句话说，可以减小在用户之间的区别的面部特征是因为该面部特征而使得用于具有有区别的两个人的两个图像的类似度分值增大的面部特征。在一些示例中，可以减小在用户之间的区别水平的面部特征可以被分类为两类：可去除面部特征和非可去除面部特征。例如，可以减小在用户之间的区别水平的可去除面部特征可以包括但是不限于诸如太阳镜、头饰（例如，帽子）和可能阻挡用户面部的一部分的其他物体的物体。另外，可能减小在用户之间的区别水平的非可去除面部特征可以包括但是不限于面部毛发。面部毛发的示例包括山羊胡子、鬓角、胡子、颌毛和化妆（例如，假的）面部毛发。非可去除面部特征可以包括诸如因为被物理地附接到用户而不容易可去除但是可以最终利用另外的努力（例如，通过诸如将面部毛发刮去的行为）而被去除的特征。

[0020] 在一些示例中，用户的眼睛可以是在用户之间更有区别的特征之一。佩带太阳镜的用户挡住眼睛，并且因此可以减小在用户之间的区别水平。另外，面部毛发可以隐藏或挡住用户的各种有区别的特征，并且因此可以减小在用户之间的区别水平。即，两个另外有区别的用户可能当佩带太阳镜和 / 或具有面部毛发时倾向于看起来更类似。

[0021] 在一些示例中，具有可去除和 / 或非可去除面部特征的未经授权用户可能获得对于计算装置的错误访问。例如，面部识别系统可能计算出大于用于未经授权用户的捕获图像的类似度分值阈值的类似度分值，并且使得未经授权用户能够访问计算装置。因此，未经授权用户可能试图看起来不太独特以获得对于计算装置的功能的访问，以克服由计算装置实现的认证约束。

[0022] 通常，本公开针对用于通过分析从用于可去除面部特征和非可去除面部特征的捕获图像计算的面部模板来防止面部识别失败的技术，该可去除面部特征和非可去除面部特征可以减小在两个另外有区别的图像之间的区别水平。在一些示例中，可以通过在计算装置上执行的程序（例如，面部识别程序）来执行该技术，该程序可以检测可能减小在两个面部之间的区别水平的可去除和非可去除面部特征。检测可去除和非可去除面部特征可以减少错误认证的实例并且 / 或者减少被拒绝访问计算装置的授权用户的实例。

[0023] 在一个示例中，当在面部模板中检测到可去除面部特征时，面部识别程序可以停

正面部识别认证处理，并且生成用于向用户提示去除可去除面部特征的通知。在一些示例中，该通知可以指令用户捕获随后的图像（例如，没有可去除面部特征的图像）以用于面部识别认证。在另一个示例中，当检测到非可去除面部特征时，面部识别程序可以将类似度分值阈值增大为调整的类似度分值阈值。在一些示例中，面部识别程序可以生成通知，该通知指示提高了安全度，并且向用户提示选择是否要继续面部识别。在一些示例中，调整（例如，增大）类似度分值阈值可以抵消在通过非可去除面部特征的捕获图像和注册图像之间的区别水平上的减小。

[0024] 在另一个示例中，可以在注册处理期间检测可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征和非可去除面部特征。例如，当在从注册图像计算的可能的注册模板中检测到可去除面部特征和 / 或非可去除面部特征时，面部识别程序可以提供通知，该通知指示该可能的注册模板包括可去除和 / 或非可去除面部特征。另外，面部识别技术可以调整用于包括可去除和 / 或非可去除面部特征的注册模板的类似度分值阈值。在其他示例中，面部识别程序可以阻止注册模板被存储为授权用户的注册模板，并且向用户提示捕获另一个画面以用于注册目的。

[0025] 本公开的面部识别程序可以减少未经授权用户通过试图看起来不太独特而引起错误认证的机会，并且减少授权用户被拒绝访问的机会。例如，如果面部图像的对象包括可以减小区别水平的可去除面部特征（例如，太阳镜），则面部识别程序可以拒绝对于用户的认证。在另一个示例中，如果面部图像的对象包括可以减小区别水平的非可去除面部特征（例如，胡子），则面部识别程序可以调整安全水平（例如，增大类似度分值阈值）。以这种方式，本公开的技术可以检测可以减小在两个面部之间的区别水平的面部特征。另外，可以通过阻止包括可去除面部特征和 / 或非可去除面部特征的可能的注册模板被存储为注册模板来改善面部识别结果。

[0026] 图 1 是图示根据本公开的一个或多个方面的、在面部识别期间检测可以减小在两个面部之间的区别水平的面部特征的示例计算装置的概念图。图 1 图示了计算装置 10，计算装置 10 可以捕获与用户（例如，用户 30）相关联的面部图像，并且在面部识别期间检测捕获的面部图像是否包括可以减小在两个面部之间的区别水平的面部特征。在图 1 的示例中，用户 30 可以拿着计算装置 10（例如，移动计算装置），计算装置 10 可以基于由计算装置 10 捕获的用户 30 的一个或多个图像来执行面部识别。计算装置 10 可以包括下述部分的一个或多个、作为下述部分的一个或多个或作为下述部分的一个或多个的一部分：多种类型的装置，其除了别的之外例如是移动电话（包括所谓的“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、电视机和 / 或手表。

[0027] 计算装置 10 包括一个或多个输入装置 24，其中的至少一个是相机 26。相机 26 可以是计算装置 10 的朝前的相机的一部分或耦合到该计算装置 10 的朝前的相机。在其他示例中，相机 26 可以是计算装置 10 的朝后的相机的一部分或耦合到该计算装置 10 的朝后的相机。朝前和朝后的相机之一或两者能够捕获静止图像、视频或两者。

[0028] 在图 1 的示例中，计算装置 10 进一步包括输出装置 28。输出装置 28 的至少一个可以显示图形用户界面（GUI）32。GUI32 可以被多种显示装置显示，该多种显示装置包括能够输入 / 输出的装置，诸如触摸屏或存在敏感显示器。在各个示例中，计算装置 10 可以使得输出装置 28 的一个或多个更新 GUI32 以包括不同的用户界面控件、文本、图像或其他图

形内容。显示或更新 GUI32 可以通常指的是使得输出装置 28 的一个或多个改变可以向用户显示的 GUI32 的内容的处理。

[0029] 在图 1 的示例中,可能当前未利用计算装置 10 来认证用户 30。然而,用户 30 可能希望利用计算装置 10 认证。用户 30 可以利用计算装置 10 使用面部识别技术来认证。GUI32 可以显示根据本公开的技术的与使用面部识别来向计算装置 10 认证用户相关的图形信息。如在图 1 的示例中所示,GUI32 可以包括一个或多个 GUI 元素,诸如锁定指示符 34、解锁提示 36 和捕获图标 38。

[0030] 计算装置 10 可以被配置为在由锁定指示符 34 的存在表示的“锁定”模式中操作。在一些示例中,用户可以主动地配置计算装置 10 以在锁定模式中操作。例如,在进入锁定模式中之前,用户可以按下由计算装置 10 呈现的按钮(例如,锁定按钮)或图标达到预定长度的时间,以请求计算装置 10 在锁定模式中操作。在这些和其他示例中,用户可以使用计算装置 10 的输出装置 28 (例如,存在敏感屏幕)来轻拍、刷 GUI32 的一个或多个元素或以其他方式与 GUI32 的一个或多个元素交互。计算装置 10 也可以被配置为通过被动手段在锁定模式中操作。例如,“停用”的预定时段可以配置计算装置 10 以在锁定模式中操作。停用可能因为用户交互(例如,通过按钮按下、与输入装置 24 和 / 或输出装置 28 的接触等)的不存在而出现。配置计算装置 10 以在锁定模式中操作的预定时段可以是由计算装置 10 的制造商指定的默认时间段,或者可以被诸如用户 30 的授权用户编程。

[0031] 在一些示例中,计算装置 10 可以利用面部识别技术来停止在锁定模式中的操作。换句话说,用户 30 可以通过认证方法来“解锁”计算装置 10,该认证方法使用面部识别技术来确定用户 30 是否是计算装置 10 的授权用户。更具体地,用户 30 可以通过存储表示用户 30 的面部的一个或多个用户注册模板 22 (例如,从注册图像计算的模板)来向计算装置 10 的面部识别应用或嵌入处理注册。用户 30 可以使得计算装置 10 的相机 26 捕获一个或多个用户注册图像。计算装置 10 可以从用户注册图像捕获用户注册模板 22,并且向计算装置 10 的一个或多个存储装置(例如,面部识别数据库 18)和 / 或向远程位置——通常被称为“云存储”——存储一个或多个用户注册模板 22,以在以后在面部识别期间使用。

[0032] 为了使用面部识别技术来解锁计算装置 10,用户 30 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 30 可以主动地使得计算装置 10 的相机 26 捕获认证图像。例如,用户 30 可以面向与相机 26 相关联的相机镜头,并且按下按钮以使得相机 26 捕获认证图像。在另一个示例中,用户 30 可以轻拍、刷关联于在 GUI32 中包括的捕获图标 38 的区域或以其他方式与其交互。在其他示例中,计算装置 10 可以响应于用户 30 面向与相机 26 关联的相机镜头而自动地捕获认证图像。如在图 1 的示例中所示,计算装置 10 可以显示 GUI32 以包括解锁提示 36。在这个示例中,解锁提示 36 指示用户 30 可以仅面向相机 26,相机 26 可以包括或以其他方式耦合到相机镜头,以使得计算装置 10 捕获认证图像。

[0033] 如图 1 中所示,计算装置 10 也可以包括面部识别模块 12 和面部识别数据库 18。在一个示例中,面部识别模块 12 可以确定用于面部识别的认证图像是否包括可以减小在两个用户之间的区别水平的可去除面部特征和 / 或减小在两个用户之间的区别水平的非可去除面部特征。

[0034] 在一些示例中,面部识别数据库 18 可以包括存储装置或存储器(例如,在图 2 中所

示的存储装置 58 和存储器 52) 的一个或多个的逻辑和 / 或物理位置(例如,参考特定物理位置的逻辑位置)。在一些示例中,面部识别数据库 18 可以包括文件系统的目录或文件、数据库或硬盘驱动器的扇区或块、固态驱动器或快闪存储器。在一个示例中,面部识别数据库 18 也可以至少部分地驻留在计算装置 10 的存储器 52 中(例如,如果面部识别数据库 18 的图像通过一个或多个存储装置 58 被高速缓存以用于以后的写入)。

[0035] 在一个示例中,在计算装置 10 捕获认证图像并且从认证图像计算认证面部模板后,面部识别模块 12 可以开始面部识别处理。在一些示例中,面部识别处理可以以两个阶段出现:面部特征检测阶段和认证阶段。在面部特征检测阶段期间,面部特征模块 14 可以确定认证图像是否包括可以减小在两个用户之间的区别水平的可去除和 / 或非可去除面部特征之一。

[0036] 如在此所述,面部特征模块 14 可以将从用户 30 的认证图像计算的认证面部模板与在面部识别数据库 18 中存储的多个面部特征模板 20 作比较,以确定认证面部模板是否包括可以减小在两个用户之间的区别水平的可去除和 / 或非可去除面部特征。例如,面部识别模块 12 可以包括图库(例如,面部特征模板 20)。即,面部特征模板 20 可以包括用于特定特征的参考模板(例如,可去除面部特征模板 60 和非可去除面部特征模板 62,如图 2 中所示)。如在此所述,面部特征模板 20 可以包括从具有和没有可以减小在两个用户之间的区别水平的可去除和非可去除面部特征的人的图像计算的模板。面部特征模板 20 的每个模板可以包括在该模板和面部模板之间的归一化的类似度分值,对于该面部模板,已知是否存在可去除和 / 或非可去除面部特征。

[0037] 在一些示例中,面部特征模块 14 可以将认证面部模板与面部特征模板 20 作比较,并且计算类似度分值。例如,面部特征模块 14 可以使用面部识别方法(例如,面部识别算法)来计算类似度分值。面部特征模块 14 可以然后确定所计算的用于在认证面部模板和面部特征模板之间的每一个比较的类似度分值的加权和。基于该计算的类似度分值的加权和,面部特征模块 14 可以确定认证图像是否包括可以减小在两个用户之间的区别水平的可去除和 / 或非可去除面部特征。

[0038] 虽然主要相对于检测诸如太阳镜的可去除面部特征和诸如面部毛发的非可去除面部特征描述了本发明的示例,但是示例不限于此。而是,可以采用一些示例来检测可以减小在两个用户之间的区别水平的任何面部特征。

[0039] 在认证阶段期间,计算装置 10 可以将认证模板与用户注册模板 22 作比较,并且确定图像是否彼此足够类似以用于面部识别目的。如果计算装置 10 的面部认证模块 16 确定认证面部模板与面部识别模块 12 的一个或多个足够类似,则计算装置 10 可以许可用户 30 对于计算装置 10 的功能和内容的访问。如果计算装置 10 确定认证面部模板的特征不匹配面部识别数据库 18 的用户注册模板 22 之一的特征,则计算装置 10 可以拒绝用户 30 对于计算装置 10 的功能和内容的访问。

[0040] 在一些示例中,计算装置 10 可以利用一个或多个面部识别程序来将与认证面部模板相关联的度量和与面部识别模块 12 相关联的度量作比较。度量的一些示例可以包括在面部元素(瞳孔到瞳孔、嘴宽等)之间的距离、各种面部特征的轮廓、与皮肤色调或纹理对应的动画、头发和 / 或眼睛颜色与许多其他。在计算装置 10 上运行的面部识别程序可以使用一个或多个公知识识别算法来执行比较,仅列出几个,该一个或多个公知识识别算法诸如是

几何和 / 或测光手段、三维(3D)建模和识别技术、使用本征面部的主要分量分析、线性区别分析、弹性束图匹配、图案匹配和动态链接匹配。基于诸如预编程可接受错误容限的基于比较的值，在计算装置 10 上运行的面部识别程序可以确定认证面部模板和至少一个用户注册模板 22 是否彼此足够类似以用于面部识别。在面部识别程序许可匹配的情况下，用户 30 可以成功地解锁计算装置 10。相反，如果面部识别程序拒绝匹配，则用户 30 可能不能解锁计算装置 10，并且计算装置 10 可以继续在锁定模式中操作。

[0041] 如在此所讨论的，通过使用类似度分值来量化在认证面部模板和用户注册模板 22 之间的类似度，越高的类似度分值表示越大的类似度。如果在认证面部模板和用户注册模板 22 之一的类似度分值大于类似度分值阈值，则将该两个图像看作匹配，并且用户 30 能够解锁计算装置 10。另一方面，如果在认证面部图像和用户注册模板 22 之间的类似度分值小于类似度分值阈值，则该两个图像不被看作匹配，并且计算装置 10 可以阻止用户 30 解锁计算装置 10。

[0042] 计算装置 10 可以实现本公开的技术以确定认证图像是否包括可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征和可以减小在两个面部之间的区别水平的非可去除面部特征中的至少一个。另外，如果计算装置 10 确定认证图像包括可去除面部特征，则计算装置 10 可以实现本公开的技术以向用户 30 输出用于对于用户指示去除可去除面部特征的通知，并且捕获第二图像以用于认证。而且，如果计算装置 10 确定认证图像包括非可去除面部特征，则计算装置 10 可以实现本公开的技术以将类似度分值阈值增大为调整后的类似度分值阈值。

[0043] 图 2 是图示根据本公开的一个或多个方面的、示例计算装置的细节的框图，该示例计算装置用于在面部识别期间检测可以减小在两个面部之间的区别水平的面部特征。计算装置 10 可以是图 1 的计算装置 10 的一个非限定性示例。可以在其他实例中使用计算装置 10 的许多其他示例实施例。

[0044] 如在图 2 的示例中所示，计算装置 10 包括一个或多个处理器 50、存储器 52、一个或多个存储装置 58、一个或多个输入装置 24、一个或多个输出装置 28、网络接口 54 和相机 26。计算装置 10 的组件可以互连(物理地、可通信地和 / 或可操作地)以用于组件之间的通信。

[0045] 在一些示例中，一个或多个处理器 50 被配置为实现功能和 / 或处理指令以在计算装置 10 内执行。例如，处理器 50 可以处理在存储器 52 中存储的指令和 / 或在存储装置 58 上存储的指令。这样的指令可以包括操作系统 64；包括注册模块 68、面部特征模块 14 和面部认证模块 16 的面部识别模块 12；和一个或多个应用 66 的组件。计算装置 10 也可以包括在图 2 中未示出的一个或多个另外的组件，除了别的之外诸如是电源(例如，电池)、全球定位系统(GPS)接收器和射频识别(RFID)读取器。

[0046] 在一个示例中，存储器 52 被配置为在操作期间在计算装置 10 内存储信息。在一些示例中，存储器 52 被描述为计算机可读存储介质。在一些示例中，存储器 52 是暂时存储器，用于意指存储器 52 的主要目的可能不是长期存储器。在一些示例中，存储器 52 被描述为易失性存储器，用于意指当存储器 52 未接收电力时存储器 52 不保持所存储的内容。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)、静态随机存取存储器(SRAM)和在本领域中已知的其他形式的易失性存储器。在一些示例中，存储器 52

用于存储由处理器 50 执行的程序指令。在一个示例中，存储器 52 被在计算装置 10 上执行的软件(例如，操作系统 64)或应用(例如，一个或多个应用 66)使用来在程序执行期间暂时存储信息。

[0047] 在一些示例中，一个或多个存储装置 58 也包括一个或多个计算机可读存储介质。在一些示例中，存储装置 58 可以被配置为存储比存储器 52 更大数量的信息。存储装置 58 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 58 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、电子可编程存储器(EPROM)或电子可擦除和可编程存储器的形式和在本领域中已知的非易失性存储器的其他形式。

[0048] 如图 2 中所示，计算装置 10 也可以包括一个或多个输入装置 24。一个或多个输入装置 24 可以被配置为通过触觉、音频、视频或生物计量信道从用户接收输入。输入装置 24 的示例可以包括键盘、鼠标、触摸屏、存在敏感显示器、麦克风、一个或多个相机和 / 或摄像机、指纹读取器、视网膜扫描器或能够检测来自用户或其他来源的输入并且将该输入转发到计算装置 10 的任何其他装置或其组件。虽然在图 2 中分别示出，但是相机 26 在一些实例中可以是输入装置 24 的一部分。

[0049] 在一些示例中，计算装置 10 的输出装置 28 可以被配置为通过可视、可听或触觉信道向用户提供输出。输出装置 28 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、扬声器或能够生成用户可理解的输出的任何其他装置。输出装置 28 也可以包括触摸屏、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。

[0050] 计算装置 10 在一些示例中也包括网络接口 54。计算装置 10 在一个示例中利用网络接口 54 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 54 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计算装置中的蓝牙、3G、4G 和 WiFi 无线电装置以及 USB。在一些示例中，计算装置 10 使用网络接口 54 来通过网络与外部装置无线地进行通信。

[0051] 操作系统 64 可以控制计算装置 10 和 / 或其组件的一个或多个功能。例如，操作系统 64 可以与应用 66 交互，并且可以促进在应用 66 与处理器 50、存储器 52、存储装置 58、输入装置 24 和输出装置 28 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 64 可以与应用 66 和面部识别模块 12 及其组件交互或以其他方式耦合到它们。在一些示例中，可以在操作系统 64 中包括注册模块 68、面部特征模块 14 和面部认证模块 16 的一个或多个。在这些和其他示例中，注册模块 68、面部特征模块 14 和面部认证模块 16 的一个或多个可以是应用 66 的一部分。在其他示例中，可以诸如在网络位置处的在计算装置 10 外部实现注册模块 68、面部特征模块 14 和面部认证模块 16 中的一个或多个。在一些这样的情况下，计算装置 10 可以使用网络接口 54 通过通常被称为“云计算”的方法来访问和实现出面部识别模块 12 和其组件提供的功能。

[0052] 面部识别模块 12 可以实现在本公开中描述的一种或多种技术。例如，面部识别模块 12 可以被配置为确定由相机 26 捕获的认证图像是否包括可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征和可以减小在两个面部之间的区别水平的非可去除面部特征中

的至少一个。另外，面部识别模块 12 可以被配置为通过识别计算装置 10 的授权用户来允许或拒绝访问计算装置 10。

[0053] 用户可以与计算装置 10 交互以使得计算装置 10 进入注册模式，使得授权用户可以向计算装置 10 注册面部特征。在注册处理期间，诸如相机 26 的输入装置 24 可以捕获授权用户的一个或多个注册图像，包括捕获授权用户的面部的一个或多个注册图像。注册模块 68 可以从注册图像计算注册面部模板，并且在面部识别数据库 18 中将模板存储为用户注册模板 22。用户注册模板 22 可以是面部外观的统计表示。例如，注册模块 68 可以提取各种面部特征，该各种面部特征诸如但不限于鼻子、眼睛、嘴巴、鼻孔、下巴、前额、眉毛和颧骨等，包括诸如位置、大小和在那些特征之间的关系的特性。由注册模块 68 提取的面部特征也可以包括面部特性，诸如线、曲线、边缘、点和区域等。从授权用户的面部的一个或多个图像提取的面部特征可以在计算装置 10 中存储为可以在面部识别认证处理期间使用的注册面部模板 22。如在此所述，可以授权不止一个用户访问计算装置。因此，用户注册模板 22 可以包括一个或多个授权用户的注册面部模板 22。

[0054] 在一些示例中，存储注册面部模板 22 可以包括存储用于表示每一个授权用户的面部特征的一个或多个值。面部认证模块 16 可以检索在用户注册模板 22 中存储的面部特征，因此，面部认证模块 16 可以将该面部特征与从自通过相机 26 捕获的图像计算的一个或多个模板提取的面部特征作比较，以确定试图访问计算装置 10 的用户是否是计算装置 10 的授权用户。

[0055] 面部识别数据库 18 可以进一步包括面部特征模板 20。如在此所述，面部特征模板 20 可以包括可去除面部特征模板 60 和非可去除面部特征模板 62。可去除面部特征模板 60 可以包括一个或多个正可去除面部特征模板和一个或多个负可去除面部特征模板。该一个或多个正可去除面部特征模板是从具有可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征的人的图像计算的模板。该一个或多个负可去除面部特征模板是从没有可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征的人的图像计算的模板。在一个示例中，可去除面部特征是太阳镜。因此，该一个或多个正可去除面部特征模板是从佩带太阳镜的人的图像计算的模板，并且该一个或多个负可去除面部特征模板是从未佩带太阳镜的人的图像计算的模板。

[0056] 非可去除面部特征模板 62 可以包括一个或多个正非可去除面部特征模板和一个或多个负非可去除面部特征模板。该一个或多个正非可去除面部特征模板是从具有可以减小在两个面部之间的区别水平的非可去除面部特征的人的图像计算的模板。该一个或多个负非可去除面部特征模板是从没有可以减小在两个面部之间的区别水平的非可去除面部特征的人的图像计算的模板。在一个示例中，非可去除面部特征是面部毛发。因此，该一个或多个正可去除面部特征模板是从具有面部毛发的人的图像计算的模板，并且一个或多个负非可去除面部特征模板是从没有面部毛发的人的图像计算的模板。

[0057] 在一些示例中，面部特征模板 20 可以是一组加权的弱分类符，其每一个由从其创建面部特征模板的面部和面部图像之间的归一化的类似度分值构成，对于该面部图像，已知是否存在可去除面部特征和 / 或非可去除面部特征。在一个示例中，面部特征模块 14 可以向面部特征模板 20 的每个模板分配权重，并且可以至少部分地基于在面部模板和面部特征模板 20 之间的类似度分值的加权和来确定来自认证图像的面部模板是否包括可去

除面部特征和 / 或非可去除面部特征。在一个示例中,面部特征模块 14 可以使用被称为 AdaBoost (自适应增强) 的学习技术来从可去除面部特征模板 60 和非可去除面部特征模板 62 迭代地选择面部模板来作为弱分类符,并且对它们适当地加权。面部特征模块 14 可以以改善整体分类符的方式来自适应地影响训练示例(例如,面部特征模板 20)的选择。具体地说,对于每一个分类符(例如,具有和不具有可去除面部特征和具有和不具有非可去除面部特征)加权训练示例(例如,面部特征模板 20),使得通过给定的分类符错误地分类的面部特征模板 20 比正确地分类的面部特征模板更可能被选择来用于进一步的训练。

[0058] 作为示例,下面应用 AdaBoost 以检测可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征(例如,太阳镜),在这个示例中,

$$[0059] \quad X_{\text{training}} = \{x_i\}, i \in \{1 \dots N\}$$

[0060] 表示对于在面部上的太阳镜的存在标注的 N 个面部模板的训练集合,并且

$$[0061] \quad X_{\text{cross-validation}}$$

[0062] 表示 M 个类似度标注的面部模板的主体不相交的交叉验证集合。而且, ω_1 和 ω_2 表示类别标签,使得 ω_1 = 太阳镜,并且 ω_2 = 无太阳镜。最后,定义“弱分类符”,其中:

$$[0063] \quad h_i(x) = g(p_i \times \text{similarity}(x_i, x))$$

[0064] 其中, p_i 表示模板 x_i 的极性,使得:

$$[0065] \quad p_i = \begin{cases} +1 & \text{if } x \in \omega_1 \\ -1 & \text{if } x \in \omega_2 \end{cases}$$

[0066] $\text{Similarity}(x_i, x)$ 表示在给出我们的面部识别器的情况下面部模板 x_i 和面部实例 x 的匹配分值,并且, $g(\cdot)$ 表示在 X_{training} 上计算的标准化函数,使得 $h_i(x) \in [-1, +1]$ 。

[0067] 迭代地应用 AdaBoost 选择和加权分类符 $h_i(x)$ 以最小化在 X_{training} 上的分类误差。重复该处理直到在 $X_{\text{cross-validation}}$ 上的分类误差不再降低。因此,通过下式来给出用于在 ω_1 和 ω_2 上的给定面部实例 x 的太阳镜分类符 $H(x)$:

$$[0068] \quad H(x) = \sum_k w_k \times h_{x_k}(x)$$

[0069] 其中, w_k 表示在训练期间由 AdaBoost 算法分配的用于分类符 $h_k(x)$ 的加权。现在, $H(x) > 0$ 指示太阳镜的存在,同时 $H(x) < 0$ 指示太阳镜的不存在。

[0070] 如在此所讨论的,计算装置 10 可以处于锁定状态中,并且用户可能希望获得对于计算装置 10 的访问。在一些示例中,可以使用面部识别(例如,面部识别模块 12)来许可认证。相机 26 可以捕获至少包括用于面部识别处理的用户的面部的认证图像,以将计算装置 10 解锁。面部特征模块 14 可以接收认证图像,并且计算在认证图像中的用于面部的认证面部模板。面部特征模块 14 可以分析认证面部模板以确定由相机 26 捕获的认证图像是否包括可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征和可以减小在两个面部之间的区别水平的非可去除面部特征中的至少一个。

[0071] 例如,面部特征模块 14 可以将认证面部模板与可去除面部特征模板 60 作比较。面部特征模块 14 可以确定在认证面部模板和一个或多个可去除面部特征模板 60 之间的多个可去除面部特征类似度分值。即,可以对于在认证面部模板和一个或多个正可去除面部特征模板和一个或多个负可去除面部特征面部之间的每一个比较确定可去除面部特征类似

度分值。面部特征模块 14 可以计算多个可去除面部特征类似度分值的加权和。如在此所讨论的,如果多个可去除面部特征类似度分值的加权和是正的,则面部特征模块 14 可以确定认证图像不包括可去除面部特征。另外,如果多个可去除面部特征类似度分值的加权和是负的,则面部特征模块 14 可以确定认证图像不包括可去除面部特征。

[0072] 面部特征模块 14 可以向面部认证模块 16 发送用于指示认证图像的认证面部模板包括可去除面部特征(例如,太阳镜)的消息。响应于该消息,面部认证模块 16 可以使得输出装置 28 对于用户输出去除可去除面部特征的通知。用户可以去除可去除面部特征,并且相机 26 可以捕获第二认证图像以用于面部识别。面部特征模块 14 可以计算另一个认证面部模板,并且确定认证图像是否包括可去除面部特征。面部特征模块 14 可以向面部认证模块 16 发送用于指示认证面部模板不包括可去除面部特征的消息。

[0073] 面部认证模块 16 可以计算在认证面部模板(即,没有可去除面部特征)和注册的面部模板之间的类似度分值,并且确定第一模板是否大于类似度分值阈值。当类似度分值大于类似度分值阈值时,面部认证模块 16 可以通过面部识别许可对于计算装置 10 的认证,并且将计算装置 10 从锁定状态转换到解锁状态。当类似度分值小于类似度分值阈值时,面部认证模块 16 可以通过面部识别拒绝对于计算装置 10 的认证,并且阻止计算装置 10 从锁定状态转换到解锁状态。

[0074] 另外,面部特征模块 14 可以将认证面部模板与非可去除面部特征模板 62 作比较。面部特征模块 14 可以确定在认证面部模板和非可去除面部特征模板 62 之间的多个非可去除面部特征类似度分值。即,面部特征模块 14 可以确定用于在认证面部模板和一个或多个正非可去除面部特征模板和一个或多个负非可去除面部特征模板之间的每一个组件的非可去除面部特征类似度分值。面部特征模块 14 可以计算多个非可去除面部特征类似度分值的加权和。如在此所讨论的,如果多个非可去除面部特征类似度分值的加权和是正的,则面部特征模块 14 可以确定认证图像不包括非可去除面部特征。另外,如果多个非可去除面部特征类似度分值的加权和是负的,则面部特征模块 14 可以确定认证图像不包括非可去除面部特征。

[0075] 面部特征模块 14 可以向面部认证模块 16 发送用于指示认证图像的面部模板包括非可去除面部特征(例如,面部毛发)的消息。响应于该消息,面部认证模块 16 可以将类似度分值阈值增大为调整后的类似度分值阈值。面部认证模块 16 可以计算在认证图像中的用户的面部模板和授权用户(例如,用户)的一个或多个注册模板之间的类似度分值。面部认证模块 16 可以确定类似度分值是否大于调整后的类似度分值阈值。当类似度分值大于调整后的类似度分值时,面部认证模块 16 可以通过面部识别来许可对于计算装置 10 的认证,并且将计算装置 10 从锁定状态转换到解锁状态。当类似度分值小于调整后的类似度分值时,面部认证模块 16 可以通过面部识别来拒绝对于计算装置 10 的认证,并且阻止计算装置 10 从锁定状态转换到解锁状态。

[0076] 在一些示例中,在面部认证模块 16 开始确定认证图像是否匹配用户注册的模板之一之前,面部特征模块 14 可以确定认证面部模板是否包括可去除面部特征和 / 或非可去除面部特征。例如,当面部认证模块 16 从面部特征模块 14 接收到用于指示认证面部模板不包括可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征或非可去除面部特征时,面部认证模块 16 可以将该认证面部模板与用户注册的模板 22 作比较。例如,如果检测到可

以减小在两个面部之间的区别水平的可去除和 / 或非可去除面部特征，则面部特征模块 14 可以阻止面部认证模块 16 分析认证面部模板以确定用户是否是认证用户。在一些示例中，阻止面部认证模块 16 执行面部识别技术可以节省电力并且延长电池使用期限。

[0077] 在其他示例中，面部特征模块 14 可以分析用于可去除面部特征和非可去除面部特征的认证模板，并且面部认证模块 16 可以基本上同时将该认证面部模板与用户注册的模板 22 作比较。如果面部特征模块 14 确定认证面部模板包括可去除面部特征和 / 或非可去除面部特征，则面部特征模块 14 可以向面部认证模块 16 发送用于指示面部认证模块应当停止比较的消息。

[0078] 在其他示例中，面部认证模块 16 可以在面部特征模块 14 确定认证模板是否包括可去除面部特征和 / 或非可去除面部特征之前确定认证模板是与一个或多个用户注册的模板的匹配。如果面部认证模块 16 在面部特征模块 14 确定认证模板是否包括可去除面部特征和 / 或非可去除面部特征之前确定认证模板是与一个或多个用户注册的模板的匹配，则面部认证模块 16 可以等待将计算装置 10 从锁定状态转换到解锁状态，直到在从面部特征模块 14 接收到用于指示认证面部模板不包括可去除面部特征或非可去除面部特征的消息后。当面部认证模块 14 接收到用于指示认证面部模板不包括可去除面部特征或非可去除面部特征的消息时，面部认证模块 14 可以许可对于计算装置 10 的访问。

[0079] 在另一个示例中，在面部认证模块 16 确定认证面部模板是与注册的用户模板的匹配后，面部特征模块 14 可以发送消息，该消息指示认证面部模板包括可去除面部特征和 / 或非可去除面部特征。在该情况下，即使认证面部模板是匹配，面部认证模块 16 也可以拒绝对于计算装置 10 的访问，或者再一次利用调整后的类似度分值阈值来再一次执行面部识别。例如，如果面部特征模块 14 在面部认证模块 16 已经确定认证模板匹配一个或多个用户注册的模板后检测到可去除面部特征，则面部认证模块 16 可以拒绝访问，并且对于用户输出用于去除可去除面部特征的通知。在一些示例中，该通知可以向用户指示捕获另一个认证图像以继续面部识别。如果面部特征模块 14 在面部认证模块 16 已经确定认证模板匹配一个或多个用户注册模板后检测到非可去除面部特征，则面部认证模块 16 可以增大安全度(例如，通过将类似度分值阈值提高到调整后的类似度分值阈值)，并且基于提高的安全度来再一次执行面部识别(例如，确定认证面部模板是否匹配用户注册的图像)。即，面部认证模块 16 可以确定类似度分值是否大于调整后的类似度分值阈值。

[0080] 图 3 是图示在用户 70 试图通过使用面部识别技术来解锁计算装置 10 后的计算装置 10 的行为的概念图。用户 70 可以与计算装置 10 利用面部识别来认证。GUI76 可以根据本公开的技术使用面部识别向计算装置 10 显示与认证用户相关的图形信息。GUI76 可以包括一个或多个 GUI 元素，诸如锁定指示符 78 和捕获图标 80。计算装置 10 可以被配置为在由锁定指示符 78 所示的“锁定”模式中操作。

[0081] 在图 3 的具体示例中，用户 70 可能已经通过诸如相机 92 的输入装置捕获了认证图像(例如，用于面部识别以将计算装置 10 从锁定状态转换到解锁状态的图像)。用户 70 不能通过面部识别认证，因为用户 70 带着太阳镜(例如，可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征)。

[0082] 在这个示例中，可以假定用户 70 是授权用户(即，从包括用户 70 的面部的图像计算由计算装置 10 存储的至少一个用户注册模板)。在计算装置 10 检测到用户 70 包括可以

减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征(例如,太阳镜)时,计算装置 10 可以输出通知 74。通知 74 可以指示用户 70 未能获得对于计算装置 10 的访问。在这个示例中,通知 74 可以指示计算装置 10 未能认证用户 70 的原因是因为检测到太阳镜。在另外的示例中,通知 74 可以包括例如指令用户去除太阳镜以继续面部识别处理的动作。在一个示例中,用户 70 可以去除可去除面部特征,并且通过选择捕获图标 80 来继续以捕获另一个认证图像以用于面部识别。

[0083] 如在此所讨论的,特定的可去除面部特征(例如,太阳镜)可以减小在两个用户之间的区别水平,并且可以当未经授权用户具有可去除面部特征时使得该未经授权用户获得对于计算装置 10 的访问。计算装置 10 可以检测试图获得对于计算装置 10 的访问的用户何时包括可去除面部特征,并且可以输出用于指示认证处理因为已经检测到太阳镜而失败的通知。该通知可以指令用户去除太阳镜以继续。在一个示例中,计算装置 10 可以通过下述方式开始:从试图获得对于计算装置 10 的访问的用户捕获认证图像。如在此所讨论的,计算装置 10 可以利用在计算装置 10 上运行的一个或多个面部识别程序来将从认证图像计算的认证面部模板与一个或多个用户注册的模板匹配。为了通过面部识别程序来减小错误的出现,计算装置 10 可以首先对认证模板分析可以有助于这样的错误的一个或多个可去除面部特征。例如,计算装置 10 可以对认证模板分析可以减小在两个面部之间的区别水平的一个或多个可去除面部特征。

[0084] 图 4 是图示在用户 90 试图通过使用面部识别技术解锁计算装置 10 时的计算装置 10 的行为的概念图。用户 70 可以利用面部识别来与计算装置 10 认证。GUI76 可以根据本公开的技术使用面部识别向计算装置 10 显示与认证用户相关的图形信息。GUI76 可以包括一个或多个 GUI 元素,诸如锁定指示符 78 和捕获图标 80。计算装置 10 可以被配置为在由锁定指示符 78 示出的“锁定”模式中操作。

[0085] 在图 4 的具体示例中,用户 90 可能已经通过诸如相机 82 的输入装置捕获了认证图像。如在图 4 中所示,面部特征模块 14 检测到可以减小在两个用户之间的区别水平的非可去除面部特征(例如,面部毛发),并且向面部认证模块 16 发送用于暂停面部识别处理的消息。

[0086] 在这个示例中,用户 90 可以是授权用户(即,从包括用户 90 的面部的图像计算由计算装置 10 存储的至少一个用户注册模板)。在计算装置 10 检测到用户 90 包括可以减小在两个面部之间的区别水平的非可去除面部特征(例如,面部毛发)时,计算装置 10 可以输出通知 94。通知 94 可以指示面部识别处理已经因为已经检测到面部毛发而暂停。通知 94 可以还指示已经提高了安全度。如在此所讨论的,面部认证模块 16 可以当在从认证图像计算的模板和注册用户模板的一个或多个之间的类似度分值大于类似度分值阈值时确认用户的认证。在检测到面部毛发时,计算装置 10 可以将类似度分值提高到调整后的类似度分值。另外,通知 94 可以提供用户 90 是否想要以提高的安全度来继续面部识别的选项(例如,“是”和“否”)。

[0087] 在一些示例中,面部特征模块 14 可以当检测到非可去除面部特征时不使得计算装置 10 向用户 90 输出通知 94。在该情况下,计算装置 10 可以自动地增大安全度。对于计算装置 10 的访问取决于在认证模板和一个或多个用户注册的模板之间的类似度分值是否大于调整后的类似度分值阈值。

[0088] 如在此所讨论的,特定的非可去除面部特征(例如,面部毛发)可以减小在两个面部之间的区别水平,并且可以使得当另外未经授权用户具有非可去除面部特征时该未经授权用户获得对于计算装置 10 的访问。计算装置 10 可以检测何时试图获得对于计算装置 10 的访问的用户包括非可去除面部特征,并且可以将类似度分值阈值增大到调整后的类似度分值。面部特征模块 14 可以或可以不使得计算装置 10 向用户输出指示已经提高了安全度的通知。如在此所讨论的,计算装置 10 可以利用在计算装置 10 上运行的一个或多个面部识别程序来将从认证图像计算的认证模板与一个或多个存储的用户注册模板匹配。为了通过面部识别程序减少错误的出现,计算装置 10 可以首先对认证模板分析用于可以有助于这样的错误的一个或多个非可去除面部特征。例如,计算装置 10 可以对认证模板分析用于可以减小在两个面部之间的区别水平的一个或多个非可去除面部特征。

[0089] 图 5 是图示可以由计算装置执行来确定用于面部识别的图像是否包括可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征和 / 或非可去除面部特征的示例处理的流程图。可以通过在本公开中描述的任何计算装置来执行处理 500。仅为了容易说明的目的,在参考图 2-4 描述的分析方法的上下文中,在此相对于图 1 的计算装置 10 描述了处理 500。

[0090] 当计算装置 10 捕获图像时,处理 500 可以开始(502)。在许多情况下,计算装置 10 可以使用诸如相机 26 的图像捕获装置。计算装置 10 可以从图像计算面部模板(504)。虽然捕获的图像和面部模板可以用于几个目的,但是仅为了容易说明的目的,将相对于认证图像和认证面部模板来描述处理 500。在一个示例中,面部特征模块 14 和 / 或面部认证模块 16 可以从认证面部图像计算认证面部模板。

[0091] 计算装置 10 可以对面部模板分析可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征和非可去除面部特征中的至少一个(506)。如在此所讨论的,计算装置 10 可以存储多个面部特征模板 20。面部特征模块 14 可以将面部模板与在面部识别数据库 18 中存储的多个面部特征模板 20 作比较以确定该面部模板是否包括可以减小在两个用户之间的区别水平的可去除和 / 或非可去除面部特征。

[0092] 面部特征模板 20 可以包括一组可去除面部特征模板 60 和一组非可去除面部特征模板 62。该组可去除面部特征模板 60 可以包括一个或多个正可去除面部特征模板和一个或多个负可去除面部特征模板,其中,该正可去除面部特征模板是从具有可去除面部特征的人的图像计算的模板,该负可去除面部特征模板是从不具有可去除面部特征的人的图像计算的模板。另外,该组非可去除面部特征模板 62 可以包括一个或多个正可去除面部特征模板和一个或多个负可去除面部特征模板,其中,正可去除面部特征模板是从具有非可去除面部特征的人的图像计算的模板,并且负可去除面部特征模板是从不具有非可去除面部特征的人的图像计算的模板。

[0093] 处理 500 可以确定面部模板是否包括可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征(508)。在一个示例中,特征模块 14 可以确定面部模板是否包括可去除面部特征(508)。例如,面部特征模块 14 可以将面部模板与一组可去除面部特征模板 60 作比较,如在此所讨论的。面部特征模块 14 可以确定在面部模板和一个或多个正可去除面部特征模板的至少一个和负可去除面部特征模板的至少一个之间的多个可去除面部特征类似度分值。面部特征模块 14 可以计算多个可去除面部特征类似度分值的加权和。在一些示例中,当多个可去除面部特征类似度分值的加权和是正的时,面部模板包括可去除面部特征,

并且当多个可去除面部特征类似度分值的加权和是负的时,面部模板不包括可去除面部特征。

[0094] 如果面部模板包括可去除面部特征(508 的“是”分支),则处理 500 可以对于用户输出去除可去除面部特征的通知(510)。例如,面部特征模块 14 可以向面部认证模块 16 发送用于指示在面部模板中检测到可去除面部特征的消息。响应于该消息,面部认证模块 16 可以使得计算装置 10 对于用户输出去除可去除面部特征的通知。用户可以捕获另一个图像以用于面部识别处理。例如,一旦面部认证模块 16 对于用户输出去除可去除面部特征的通知,则处理 500 可以包括通过捕获图像来重新开始(502)。

[0095] 如果面部模板不包括可去除面部特征(508 的“否”),则处理 500 可以确定面部模板是否包括非可去除面部特征(512)。例如,面部特征模块 14 可以将该面部模板与一组非可去除面部特征模板 62 作比较,如在此所讨论的。面部特征模块 14 可以确定在面部模板和一个或多个正非可去除面部特征模板的至少一个和一个或多个负非可去除面部特征模板的至少一个之间的多个非可去除面部特征类似度分值。面部特征模块 14 可以计算多个可去除面部特征类似度分值的加权和。在一些示例中,当多个非可去除面部特征类似度分值的加权和是正的时,面部模板包括非可去除面部特征,并且当多个非可去除面部特征类似度分值的加权和是负的时,面部模板不包括非可去除面部特征。

[0096] 如果面部模板包括非可去除面部特征(512 的“是”分支),则处理 500 可以将第一类似度分值阈值调整为第二类似度分值阈值(514)。例如,面部特征模块 14 可以向面部认证模块 16 发送指示在面部模板中检测到非可去除面部特征 16 的消息,响应于该消息,面部认证模块 16 可以将该类似度分值阈值提高到调整后的类似度分值阈值。

[0097] 如果面部模板不包括非可去除面部特征(512 的“否”分支),则处理 500 可以计算在面部模板和一个或多个注册的面部模板之间的类似度分值(512)。例如,面部特征模块 14 可以向面部认证模块 16 发送指示面部模板不包括可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征或非可去除面部特征的消息。

[0098] 响应于该消息,面部认证模块 16 可以继续面部识别处理,并且计算在面部模板和一个或多个注册的面部模板之间的类似度分值。如在此所讨论的,用户的注册模板是所计算的先前捕获的用户的图像的模板。处理 500 可以确定类似度分值是否大于第一类似度分值阈值(518)。如果该类似度分值大于第一类似度分值阈值(518 的“是”分支),则处理 500 可以许可认证(520)。例如,面部认证模块 16 可以确定该类似度分值大于第一类似度分值阈值并且认证试图获得对于计算装置 10 的访问的用户。例如,许可认证可以包括将计算装置 10 从锁定状态转换到解锁状态。

[0099] 如果类似度分值小于第一类似度分值阈值(518 的“否”分支),则处理 500 可以拒绝认证(522)。例如,面部认证模块 16 可以确定该类似度分值小于第一类似度分值阈值,并且不认证试图获得对于计算装置 10 的访问的用户。例如,拒绝认证可以包括阻止计算装置 10 从锁定状态转换到解锁状态。

[0100] 在一些示例中,面部识别模块 12 分析面部模板以确定面部图像是否包括可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征和非可去除面部特征中的至少一个。另外,面部识别模块 12 计算在第一图像的面部模板和授权用户的注册模板之间的类似度分值。如在此所讨论的,可以使用相同的面部识别算法来执行对第一面部模板分析可以减小

区别水平的面部特征和对第一面部模板分析面部识别认证。例如,如在此所讨论的,训练面部识别算法以检测可以减小在用户之间的区别水平的特定面部特征。在一些示例中,可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征是太阳镜,并且可以减小在两个面部之间的区别水平的非可去除面部特征是面部毛发,如在此所讨论的。

[0101] 图 6 是图示当已经在用于面部识别的图像中检测到可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征时可以由计算装置执行的示例处理的流程图。可以通过在本公开中描述的任何计算装置来执行处理 600。仅为了容易说明,在参考图 2-4 描述的分析方法的上下文中,在此相对于图 1 的计算装置 10 描述了处理 600。

[0102] 当计算装置 10 检测到面部模板包括可去除面部特征并且对于用户输出去除可去除面部特征的通知时(例如,在图 5 中所示的处理 500 中的步骤 510),处理 600 可以开始。在一些示例中,通过捕获用于面部识别的另一个图像(例如,第二图像),处理 600 可以开始(602)。在许多情况下,计算装置 10 可以使用诸如相机 26 的图像捕获装置。计算装置 10 可以从第二图像计算另一个面部模板(例如,第二面部模板)(604)。虽然第二图像和第二面部模板可以用于几个目的,但是仅为了容易说明的目的,将相对于第二认证图像和第二认证面部模板来描述处理 600。在一个示例中,面部特征模块 14 和 / 或面部认证模块 16 可以从第二认证面部图像计算第二认证面部模板。

[0103] 处理 600 可以进一步计算在第二模板和注册面部模板之间的类似度分值(606)。例如,面部特征模块 14 可以向面部认证模块 16 发送指示面部模板不包括可以减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征或非可去除面部特征的消息。处理 600 可以包括对第二面部模板分析减小在两个面部之间的区别水平的可去除面部特征和非可去除面部特征中的至少一个(例如,处理 500 的步骤(506))。

[0104] 图 7 是图示当已经在用于面部识别的图像中检测到可以减小在两个面部之间的区别水平的非可去除面部特征时可以由计算装置执行的示例处理的流程图。可以通过在本公开中描述的任何计算装置来执行处理 700。仅为了容易说明,在参考图 2-4 所述的分析方法的上下文中,在此相对于图 1 的计算装置 10 来描述处理 700。

[0105] 当计算装置 10 检测到面部模板包括非可去除面部特征并且将第一类似度分值阈值调整为第二类似度分值阈值时(例如,在图 5 中所示的处理 500 中的步骤 514),处理 700 可以开始。例如,面部特征模块 14 可以向面部认证模块 16 发送指示在面部模板中检测到面部认证模块 16 的消息。响应于该消息,面部认证模块 16 可以将第一类似度分值阈值调整为第二类似度分值阈值,其中,第二类似度分值阈值大于第一类似度分值阈值。

[0106] 在一些示例中,处理 700 可以计算在面部模板和注册面部模板之间的类似度分值(702)。处理 700 可以确定类似度分值是否大于第二类似度分值阈值(704)。如果类似度分值大于第二类似度分值阈值(704 的“是”分支),则处理 700 可以包括许可通过面部识别的认证(706)。例如,面部认证模块 16 可以确定类似度分值大于第二类似度分值阈值,并且认证试图获得对于计算装置 10 的访问的用户。在许可通过面部识别的认证时,处理 700 可以将计算装置 10 从锁定状态转换到解锁状态(708)。

[0107] 如果类似度分值小于第二类似度分值阈值(708 的“否”分支),则处理 700 可以拒绝认证(710)。面部认证模块 16 可以确定该类似度分值小于调整后的类似度分值阈值,并且不认证试图获得对于计算装置 10 的访问的用户。处理 700 可以阻止计算装置 10 从锁定

状态转换到解锁状态(712)。

[0108] 在一些示例中,处理 700 可以确定认证会话是否完成。例如,确定认证会话完成可以包括:确定通过面部识别的认证是否被拒绝和许可的至少一种。在一个示例中,面部认证模块 16 可以基于是否通过面部识别来许可访问以用于认证模板来确定认证会话是否已经结束。处理 700 可以进一步包括:响应于确定认证会话完成,将第二类似度分值阈值调整回第一类似度分值阈值。例如,一旦认证会话完成,则面部认证模块 16 可以将第二类似度分值阈值减小回该类似度分值阈值。

[0109] 可以至少部分地以硬件、软件、固件或其任何组合来实现此所述的技术。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、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分立逻辑电路以及这样的组件的任何组合。术语“处理器”或“处理电路”可以一般指的是单独的或与其他逻辑电路组合的前述逻辑电路的任何一种或任何其他等同电路。包括硬件的控制单元也可以执行本公开的技术的一种或多种。

[0110] 可以在同一装置内或在独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、模块或组件的任何一种一起或分别实现为分立但是可彼此协作的逻辑装置。将不同特征描述为模块或单元意欲强调不同的功能方面,并且不一定暗示这样的模块或单元被独立的硬件、固件或软件组件实现。而是,可以通过独立的硬件、固件或软件组件来执行或在公共或独立的硬件、固件或软件组件内集成与一个或多个模块或单元相关联的功能。

[0111] 也可以以制品来体现或编码在此描述的技术,该制品包括用指令编码的计算机可读存储介质。在包括编码的计算机可读存储介质的制品中嵌入或编码的指令可以使一个或多个可编程处理器或其他处理器实现此所述的技术的一个或多个。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)、电子可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、快闪存储器、硬盘、光盘 ROM(CD-ROM)、软盘、盒、磁介质、光学介质或其他计算机可读介质。在一些示例中,制品可以包括一个或多个计算机可读存储介质。

[0112] 在一些示例中,计算机可读存储介质可以包括永久介质。术语“永久”可以指示存储介质是有形的,并且不以载波或传播信号来被体现。在特定示例中,永久存储介质可以存储能够随着时间改变的数据(例如,在 RAM 或高速缓存中)。

[0113] 已经描述了各个示例。这些和其他示例在所附的权利要求的范围内。

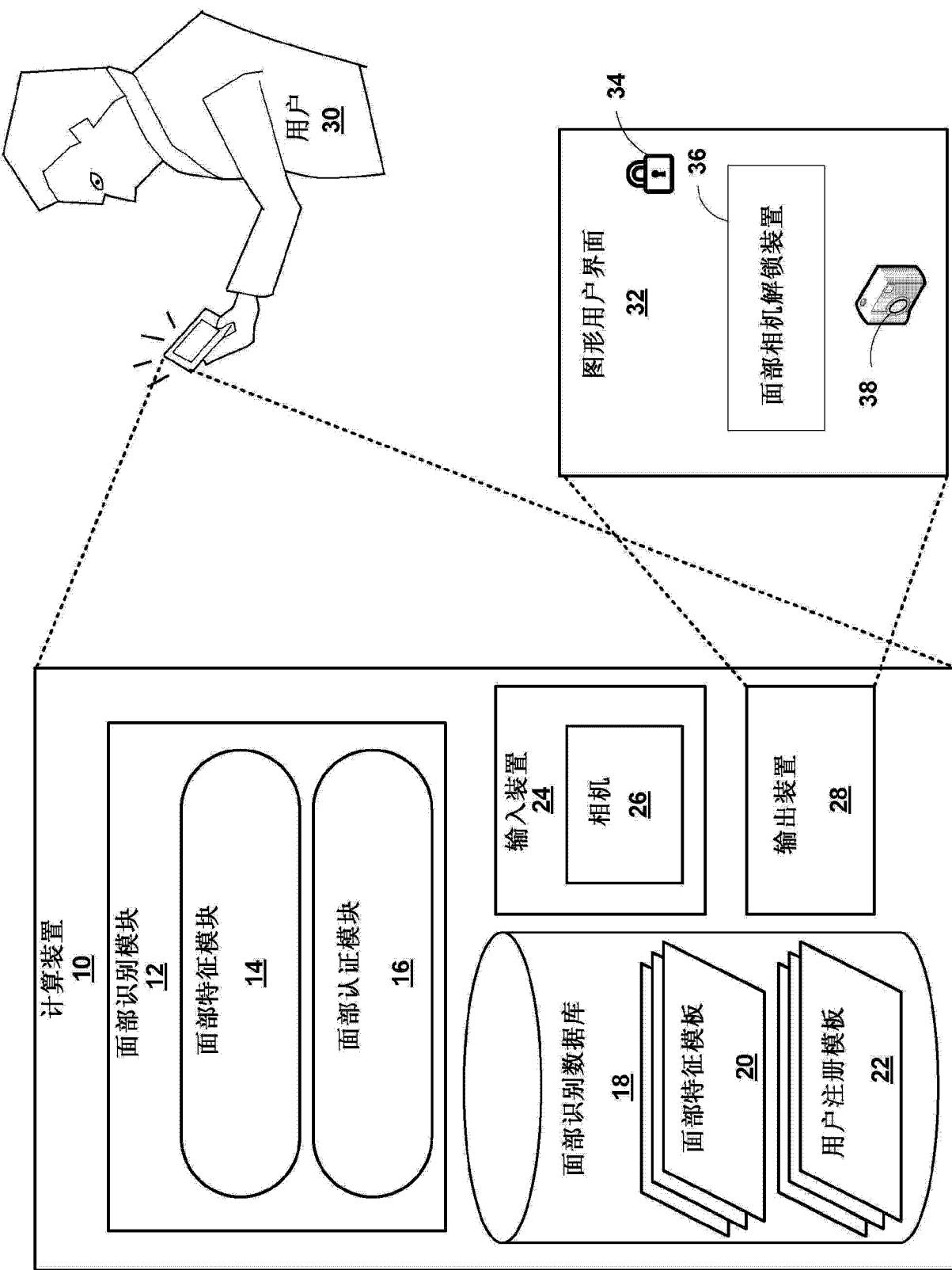


图 1

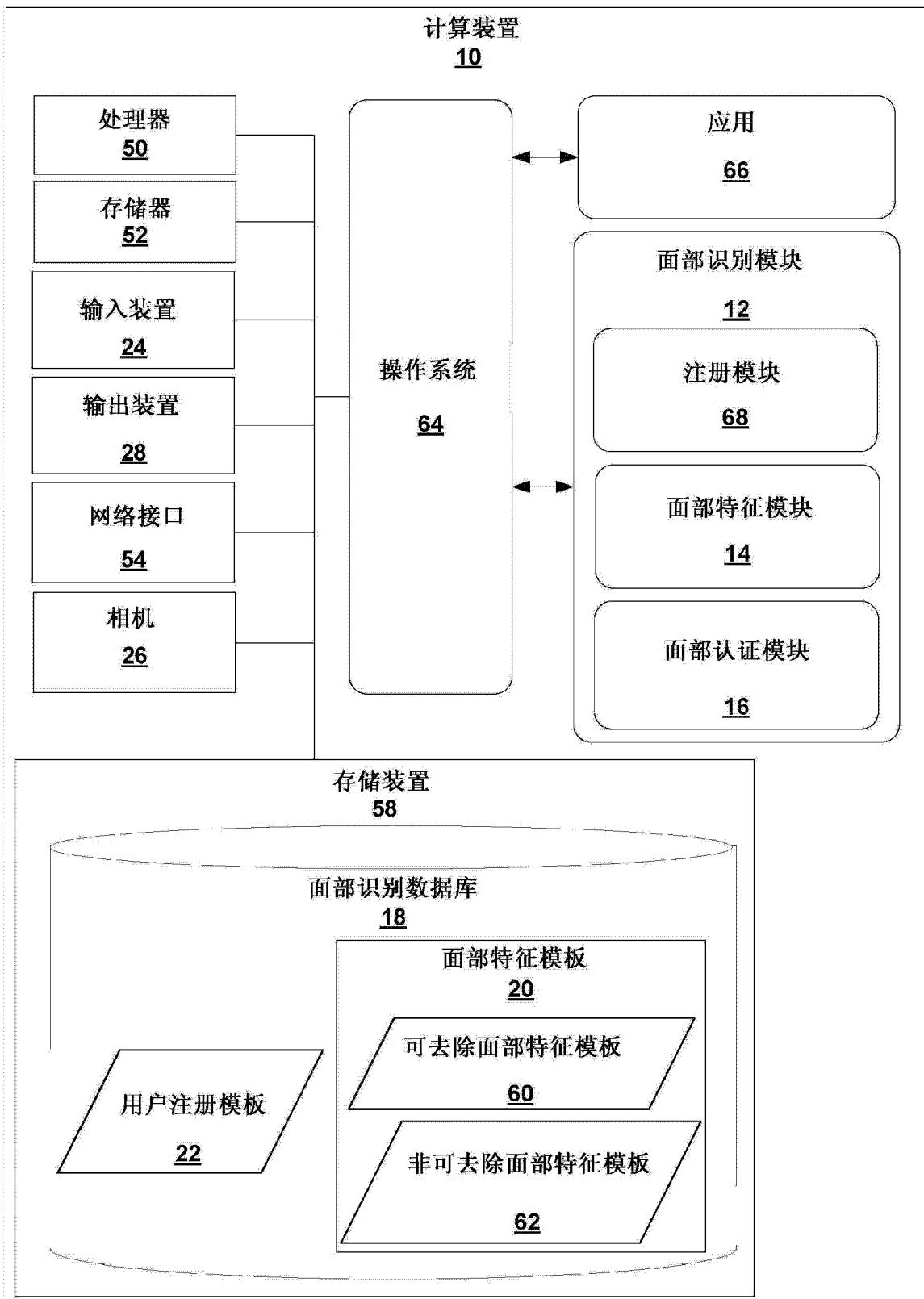


图 2

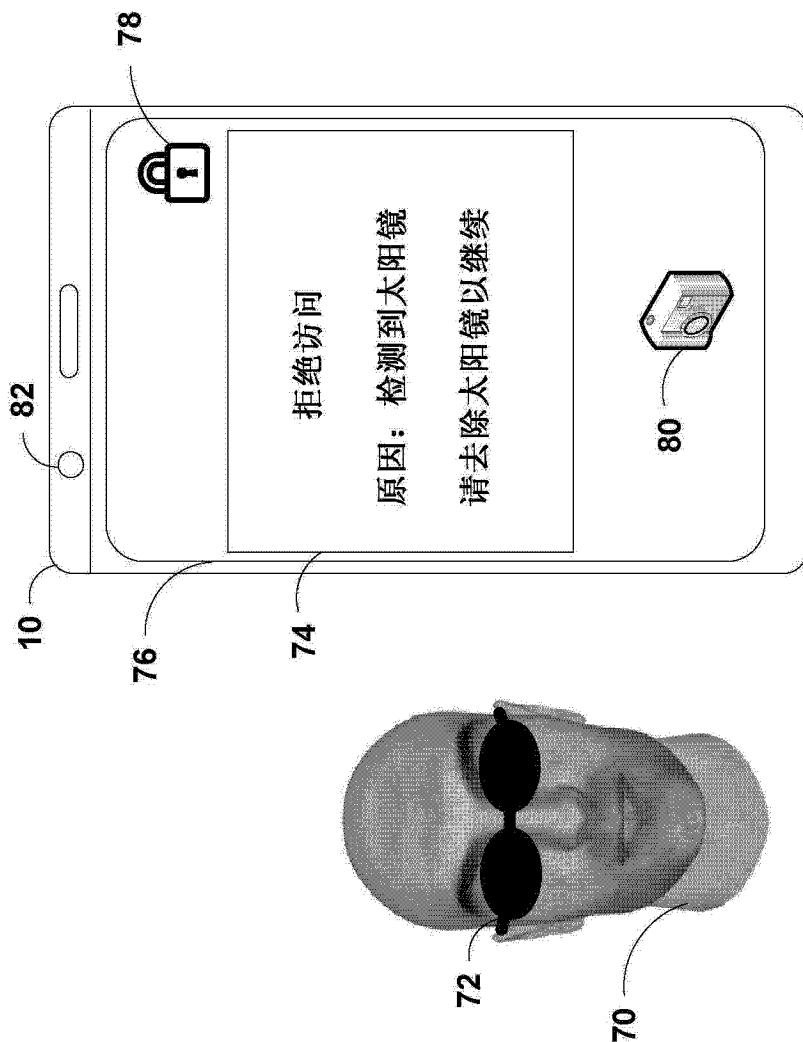


图 3

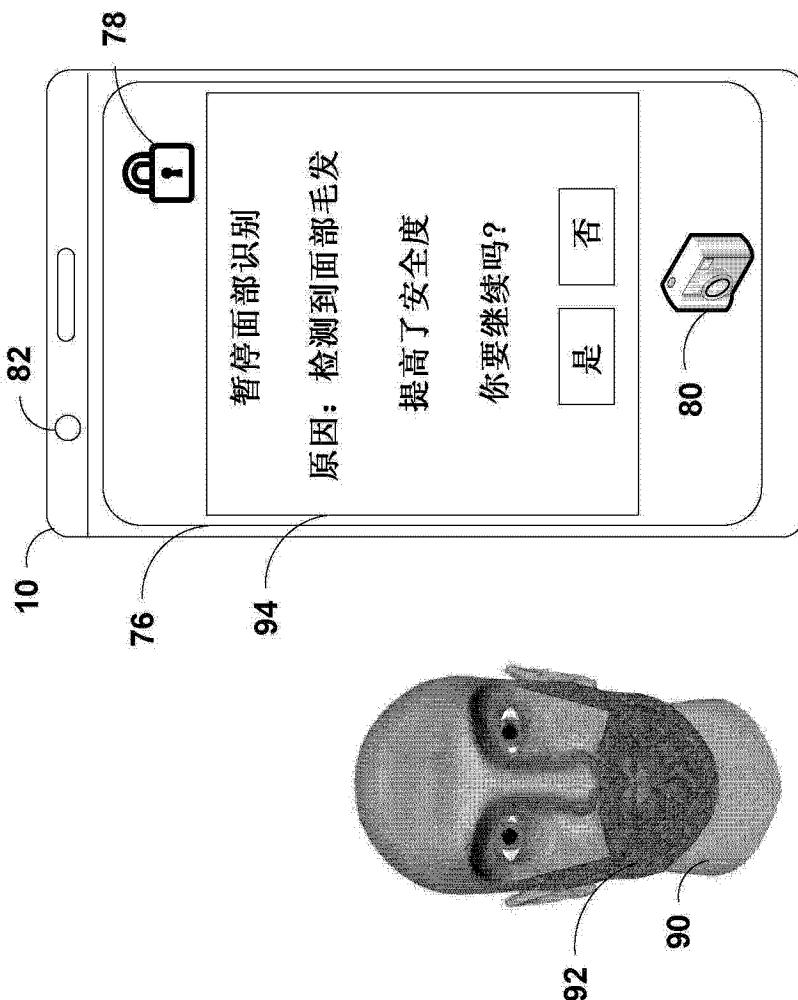


图 4

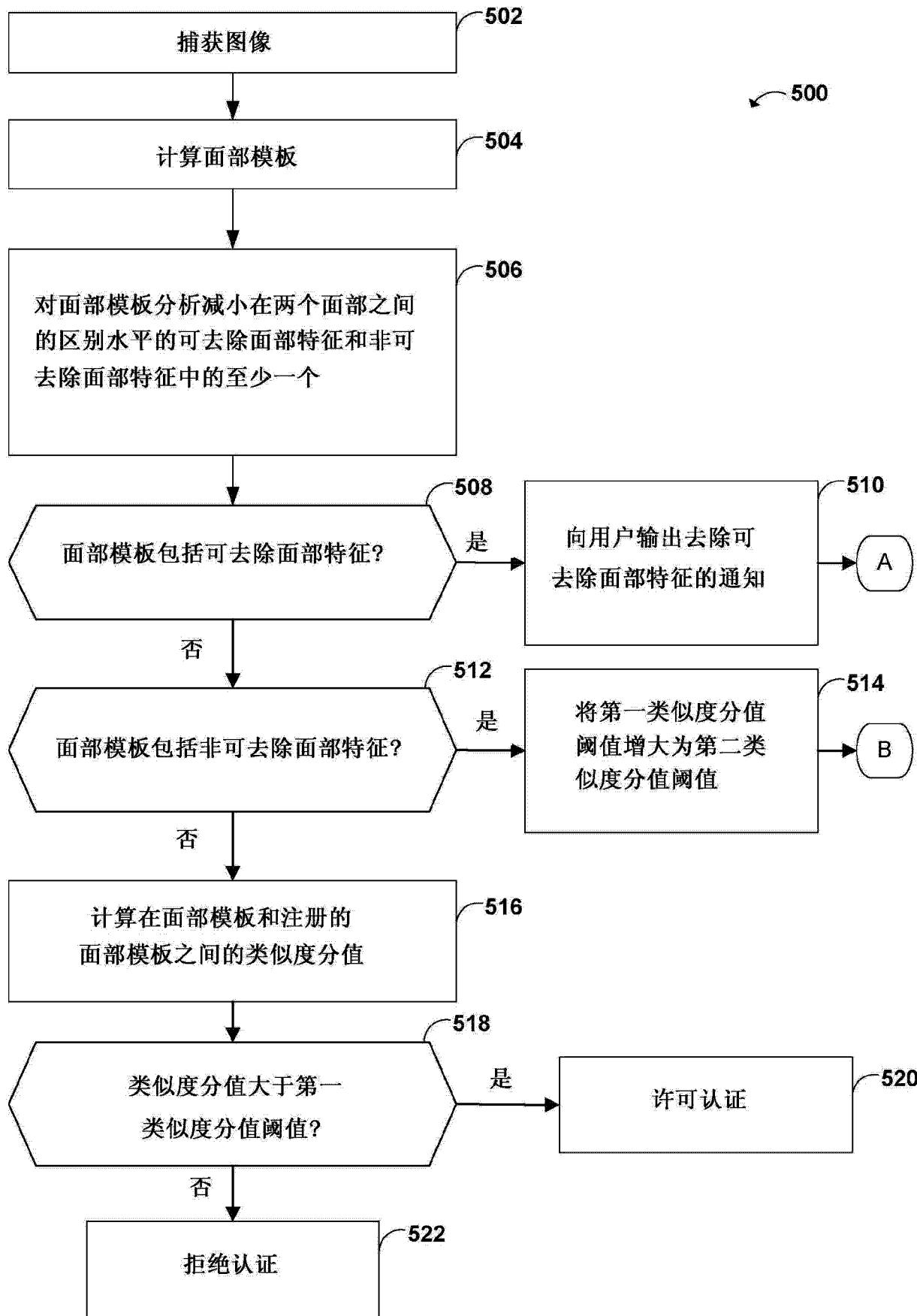


图 5

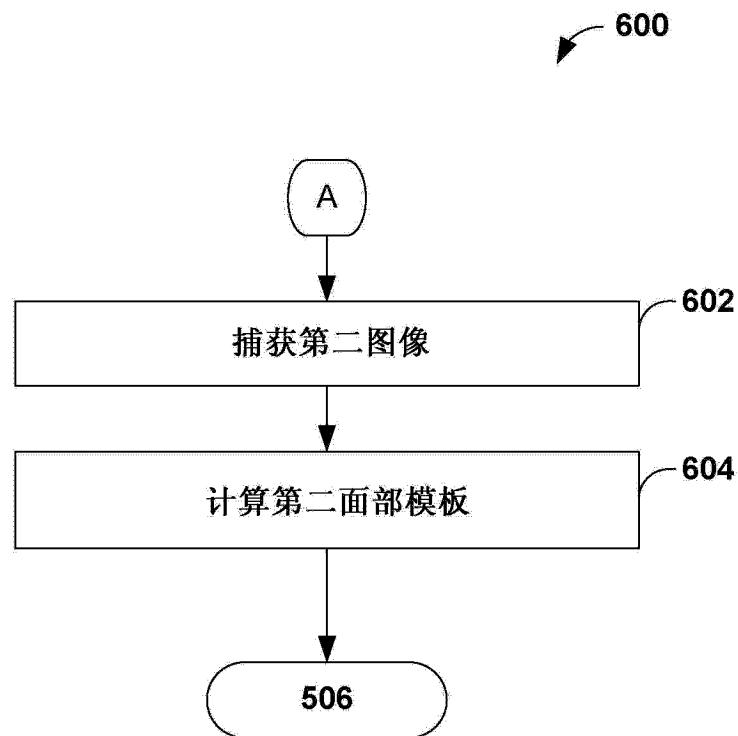


图 6

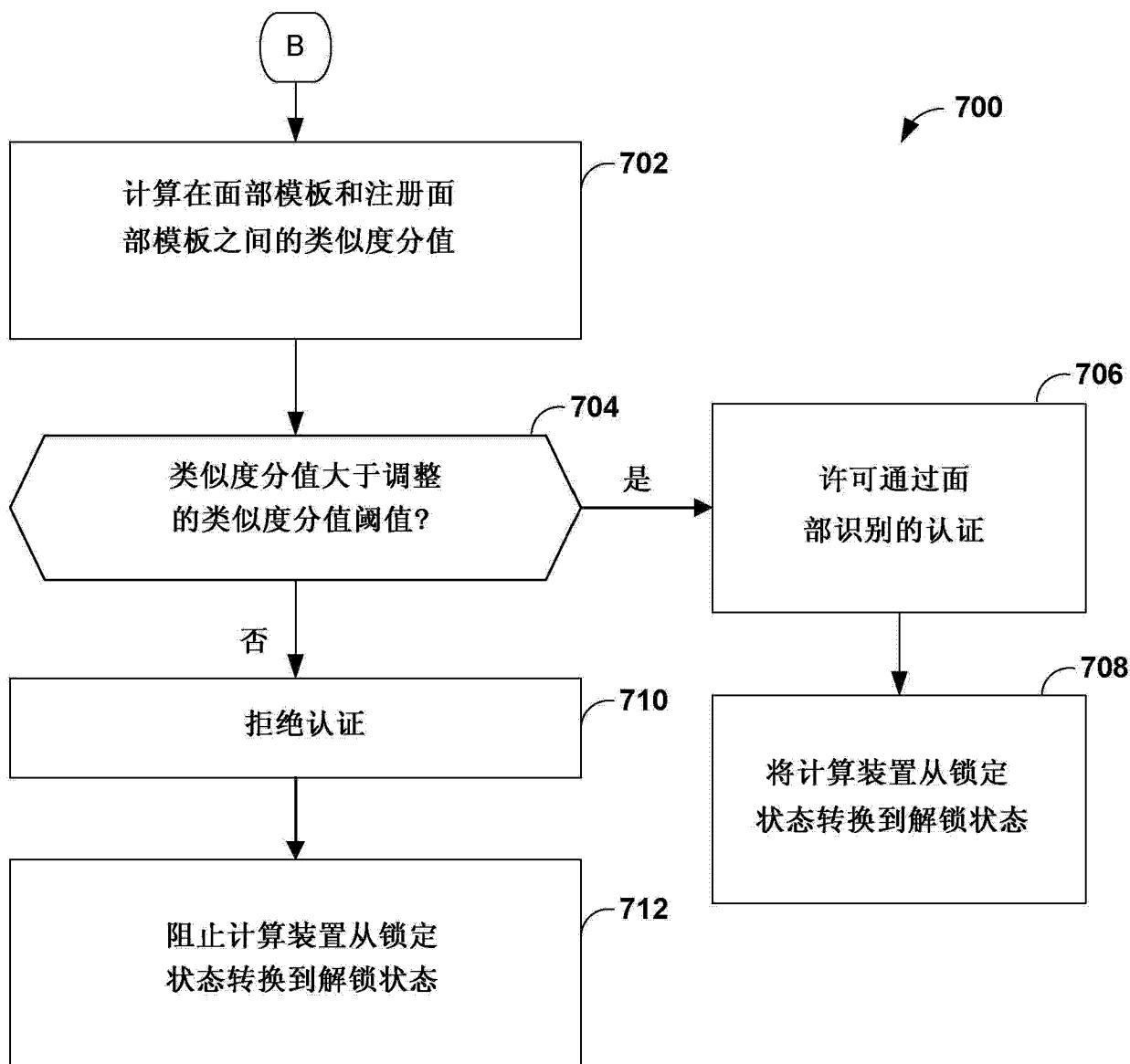


图 7