



(10)授权公告号 CN 104584034 B

(21)申请号 201380042800.3

(72)发明人 齐颖勇 毕宁 郭烽

(22)申请日 2013.08.07

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

(65)同一申请的已公布的文献号

代理人 宋献涛

申请公布号 CN 104584034 A

(43)申请公布日 2015.04.29

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

G06K 9/00(2006.01)

61/683,574 2012.08.15 US

G06K 9/62(2006.01)

13/744,906 2013.01.18 US

G06K 9/46(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(56)对比文件

2015.02.12

US 2003/0215114 A1, 2003.11.20.

(86)PCT国际申请的申请数据

CN 101587543 A, 2009.11.25,

PCT/US2013/053973 2013.08.07

JEREMIAH R.BARR等.《FACE RECOGNITION》

(87)PCT国际申请的公布数据

FROM VIDEO: A REVIEW». «International

W02014/028286 EN 2014.02.20

Journal of Pattern Recognition and

Artificial Intelligence》,2012,第1-5

Artificial Intelligence》.2012,第1-56页.

(73)专利权人 高通股份有限公司

宙查员 刘可

地址 美国加利福尼亚州

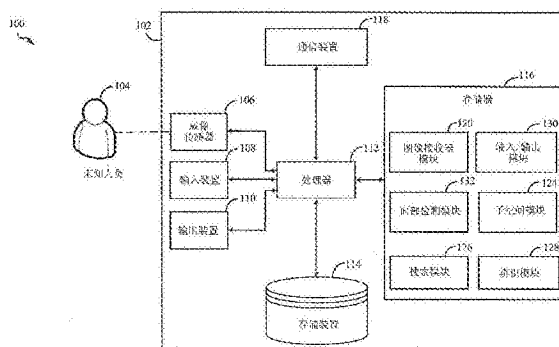
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

用于面部辨识的方法和设备

(57)摘要

本发明揭示用于面部检测的设备和方法。接收用于识别的观测到的面部的多个图像。至少基于所述多个图像中的两个或更多个选定图像,产生所述观测到的面部的模板。在一些实施例中,所述模板是基于所述多个所接收的图像的特征向量而产生的子空间。至少基于所述观测到的面部的所述模板及已知人员的面部数据来搜索所述已知人员的身份及对应面部数据的数据库。至少基于所述搜索来选择所述已知人员的一或多个身份。



1. 一种面部辨识设备,其包括:

图像接收器模块,其包含配置处理器以接收观测到的面部的多个图像的指令,所述观测到的面部将在辨识过程期间被辨识;

模板模块,其包含配置所述处理器以至少基于所述观测到的面部的所述多个图像的两个或更多个选定图像而产生所述观测到的面部的模板以至少作为所述辨识过程的一部分的指令,其中产生所述观测到的面部的所述模板包括至少基于所述多个图像的所述两个或更多个选定图像的特征向量而产生所述观测到的面部的子空间;

搜索模块,其包含配置所述处理器以搜索已知人员的身份及对应面部数据的数据库的指令,所述搜索至少基于所述观测到的面部的所述模板及所述已知人员的所述面部数据;及

辨识模块,其包含配置所述处理器以至少基于所述搜索来选择所述已知人员的一或多个身份的指令。

2. 根据权利要求1所述的面部辨识设备,其进一步包括通信模块,所述通信模块包含配置所述处理器以传递指示所述已知人员的所选择的一或多个身份的数据的指令,其中所述数据库的每一身份与基于一个参考图像的数据相关联。

3. 根据权利要求1所述的面部辨识设备,其进一步包括图像传感器,其中所述图像接收器模块进一步包括配置所述处理器以从所述图像传感器俘获所述观测到的面部的多个图像的指令。

4. 一种计算机实施的面部辨识方法,其包括:

接收观测到的面部的多个图像,所述观测到的面部将在辨识过程期间被辨识;

至少基于所述观测到的面部的所述多个图像的两个或更多个选定图像而产生所述观测到的面部的模板以至少作为所述辨识过程的一部分,其中产生所述观测到的面部的所述模板包括至少基于所述多个图像的所述两个或更多个选定图像的特征向量而产生所述观测到的面部的子空间;

搜索已知人员的身份及对应面部数据的数据库,所述搜索至少基于所述观测到的面部的所述模板及所述已知人员的所述面部数据;及

至少基于所述搜索来选择所述已知人员的一或多个身份。

5. 根据权利要求4所述的计算机实施的面部辨识方法,其中所述数据库的每一身份与基于一个参考图像的数据相关联。

6. 根据权利要求4所述的计算机实施的面部辨识方法,其进一步包括使用图像传感器俘获所述观测到的面部的所述多个图像。

7. 根据权利要求4所述的计算机实施的面部辨识方法,其中所述特征向量至少基于所述选定图像的线性二进制图案直方图。

8. 根据权利要求4所述的计算机实施的面部辨识方法,其中所述特征向量至少基于经滤波的图像块的级联。

9. 根据权利要求4所述的计算机实施的面部辨识方法,其中所述子空间与所述多个图像的所述两个或更多个选定图像的所述特征向量的均值及方差相关联。

10. 根据权利要求4所述的计算机实施的面部辨识方法,其中搜索所述数据库包括确定所述观测到的面部的所述模板与所述已知人员的所述对应面部数据中的一或多者中的每

一者之间的误差量度。

11. 根据权利要求10所述的计算机实施的面部辨识方法, 其中所述误差量度是基于卡方距离。

12. 根据权利要求10所述的计算机实施的面部辨识方法, 其中对所述一或多个身份的所述选择是基于所述误差量度的阈值。

13. 根据权利要求4所述的计算机实施的面部辨识方法, 其进一步包括基于所述观测到的面部的定向来选择所述多个图像中的所述两个或更多个图像。

14. 根据权利要求13所述的计算机实施的面部辨识方法, 其中对所述多个图像中的所述两个或更多个图像的所述选择进一步基于所关注的面部特征。

15. 根据权利要求13所述的计算机实施的面部辨识方法, 其中对所述多个图像中的所述两个或更多个图像的所述选择进一步基于所述数据库的所述面部数据的面部定向。

16. 根据权利要求13所述的计算机实施的面部辨识方法, 其进一步包括在图形显示器上显示指示一或多个所选择身份的数据。

17. 根据权利要求16所述的计算机实施的面部辨识方法, 其进一步包括提示用户确认对所述一或多个所选择身份的所述选择; 及响应于所述用户的所述确认而更新所述数据库。

18. 一种存储指令的非暂时性计算机可读媒体, 所述指令在被执行时致使处理器执行包括以下操作的方法:

接收观测到的面部的多个图像, 所述观测到的面部将在辨识过程期间被辨识;

至少基于所述观测到的面部的所述多个图像的两个或更多个选定图像而产生所述观测到的面部的模板以至少作为所述辨识过程的一部分, 其中产生所述观测到的面部的所述模板包括至少基于所述多个图像的所述两个或更多个选定图像的特征向量而产生所述观测到的面部的子空间;

搜索已知人员的身份及对应面部数据的数据库, 所述搜索至少基于所述观测到的面部的所述模板及所述已知人员的所述面部数据; 及

至少基于所述搜索来选择所述已知人员的一或多个身份。

19. 根据权利要求18所述的非暂时性计算机可读媒体, 其中所述数据库的每一身份与基于一个参考图像的数据相关联, 且其中一或多个所选择身份与所述观测到的面部的所述模板的阈值距离内的特征向量相关联。

20. 根据权利要求18所述的非暂时性计算机可读媒体, 其中所述方法进一步包括在图形显示器上显示指示所述一或多个所选择身份的数据。

用于面部辨识的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及图像处理。更具体来说,本发明针对于面部辨识。

背景技术

[0002] 技术上的进步已产生使用越来越强大的计算及通信能力的便携式装置。举例来说,当前存在多种便携式计算装置,例如便携式无线电话、个人数字助理(PDA)、膝上型计算机、平板个人计算机、电子书阅读器及类似者。更具体来说,许多这些装置可包含用于拍摄照片及视频的图像传感器,且可在有线或无线网络上传送语音和数据包。因此,此类便携式装置可能够下载视频及图像。在一个实施方案中,蜂窝式电话可存储用户认识的人员的联系人列表。用户还可能将图片选择性地指派给选定联系人。可通过使用电话上的相机俘获所述图像或通过从例如因特网等网络下载适当的图片来接收图片。

[0003] 另外,面部辨识上的进步已产生能够在一些情形中识别未知的人员的系统。这些系统可需要执行事先培训,包括识别所述人的多个图像。在一些实例中,以离线方式执行所述训练过程以确保所述训练过程的正确性。

发明内容

[0004] 本发明的系统、方法和装置各自具有若干方面,其中没有单一方面单独负责其所期望属性。在不限限制如通过所附权利要求书表达的本发明的范围的情况下,现在将简要地论述一些特征。在考虑此论述之后,并且尤其在阅读标题为“详细描述”的部分之后,将理解本发明的特征如何提供多个优点,包含减少执行观测到的面部的面部辨识所需的已知面部的图像的数目。

[0005] 一个实施例是一种计算机实施的面部辨识的方法。所述方法可包含:接收用于识别的观测到的面部的多个图像;至少基于所述多个图像的两个或更多个选定图像而产生所述观测到的面部的模板;搜索已知人员的身份及对应面部数据的数据库;及至少基于所述搜索而选择所述已知人员的一或多个身份。所述搜索可至少基于所述观测到的面部的所述模板及所述已知人员的所述面部数据。在各种实施例中,所述计算机实施的方法可进一步包含使用图像传感器俘获所述观测到的面部的所述多个图像。所述数据库的每一身份可与基于一个参考图像的数据相关联。产生所述观测到的面部的所述模板可包含至少基于所述多个图像的所述两个或更多个选定图像的特征向量而产生所述观测到的面部的子空间。在一些实施例中,所述特征向量可至少基于所述选定的图像的线性二进制图案直方图。在其它实施例中,所述特征向量可至少基于经滤波的图像块的级联。所述子空间可与所述多个图像的所述两个或更多个选定图像的所述特征向量的均值及方差相关联。搜索所述数据库可包含确定所述观测到的面部的所述模板与所述已知人员的对应面部数据中的一或多者中的每一者之间的误差量度,其中所述误差量度可基于卡方距离。所述一或多个身份的所述选择可基于所述误差量度的阈值。所述计算机实施的方法的一些实施例可进一步包含基于所述观测到的面部的定向而选择所述多个图像中的所述两个或更多个图像。所述多个图

像中的所述两个或更多个图像的所述选择可进一步基于所关注的面部特征。对所述多个图像中的所述两个或更多个图像的所述选择可进一步基于所述数据库的所述面部数据的面部定向。所述计算机实施的方法的一些实施例可进一步包含在图形显示器上显示指示所述一或多个选定身份的数据。所述计算机实施的方法的一些实施例可进一步包含：提示用户确认对所述两个或更多个选定身份的所述选择；及响应于所述用户的所述确认而更新所述数据库。

[0006] 又一个实施例是一种面部辨识设备。所述设备可包含图像接收器模块、模板模块、搜索模块及辨识模块。所述图像接收器模块可包含配置处理器以接收用于识别的观测到的面部的多个图像的指令。所述模板模块可包含配置所述处理器以至少基于所述多个图像的两个或更多个选定图像而产生所述观测到的面部的模板的指令。所述搜索模块可包含配置所述处理器以搜索已知人员的身份及对应面部数据的数据库的指令。

[0007] 再另一个实施例是一种存储指令的非暂时性计算机可读媒体，所述指令在被执行时可致使处理器执行以下方法：接收用于识别的观测到的面部的多个图像；至少基于所述多个图像的两个或更多个选定图像而产生所述观测到的面部的模板；搜索已知人员的身份及对应面部数据的数据库；及至少基于所述搜索而选择所述已知人员的一或多个身份。

附图说明

[0008] 图1是根据一个实施例的展示用以从已知人员的一个参考图像识别未知人员的系统的框图。

[0009] 图2是展示用以从多个图像识别未知人员的客户端-服务器系统的示范性实施例的框图。

[0010] 图3是根据一个实施例的面部辨识方法的数据流图。

[0011] 图4是展示根据一个实施例的辨识观测到的面部的方法的流程图。

[0012] 图5展示根据一个实施例的使用面部检测算法处理的图像的说明性实例。

[0013] 图6A是根据一个实施例的特征提取过程的流程图。

[0014] 图6B展示根据一个实施例的应用于像素的LBP操作的说明。

[0015] 图7是面部辨识系统的示范性实施例的流程图。

具体实施方式

[0016] 本发明的实施例涉及用于从多个图像识别未知人员的系统和方法。在一个实施例中，系统俘获待辨识的人员的多个图像且从将与来自已知人员的数据库的参考图像进行比较的图像产生人员的面部的图案或面部特征。举例来说，可通过计算人员的面部的若干图像的特征向量来计算子空间，且可将此子空间与已知人员的参考特征向量进行比较。在一个实施例中，所述系统可实施在便携式计算装置（例如蜂窝式电话）中。举例来说，用户可使用配备有相机的电话来俘获参加会议的同事的视频，且将来自所述视频的那些多个图像与存储在电话或服务器上的数据库中的同事的单一图像进行比较以识别所述同事的姓名。

[0017] 在一个特定实例中，可将所述系统实施到具有成像传感器及联系人的数据库的手持式便携式装置上。在人员进入房间时，用户可拍摄所述人员的多个图像，且所述系统可产生合成图像，且将所述合成图像与和其联系人一起存储的所有图像进行比较。如果合成图

像与联系人数据库中的人员匹配,那么进入房间的人员的姓名、头衔及图像将显示给用户。这将允许用户识别会议内的每一人员而不需要询问每一人员的姓名。

[0018] 所揭示的方法、设备及系统可在训练中仅与每一人员的一个面部图像作用。此可更好地适应旧式面部辨识数据库,所述旧式面部辨识数据库可每一人员仅提供一个参考图像。所揭示的面部辨识方法在辨识过程期间收集未知或观测到的人员的一个以上面部图像。归因于现代数码相机(例如,与例如手机等移动装置集成的数码相机)的帧速率(≥ 30 帧/秒),多个图像的集合可为可能的。这些多个面部图像可用于建立观测到的或未知人员的面部图像的模板或子空间。随后将数据库中的已知个人的参考面部数据或图像与模板或子空间进行比较。可识别及辨识提供最接近的匹配的参考图像。在具有有限计算资源的应用环境(例如,移动装置的应用环境)中也可有用。

[0019] 面部的模板的实例包含但不限于聚集或组合多个面部图像以形成图像的复合物、模型、图案或代码的结果。在一个实施例中,以缩小的形式存储所述图像以节省系统内的存储空间。多个图像的子空间是模板的实例。通过组合或比较多个图像(例如,通过汇集操作)而形成的图像是模板的另一实例。

[0020] 面部数据的实例包含(例如)图像及模板。在一个实施例中,面部数据在操作期间以模板的形式存储在参考数据库中(例如)以减少存储空间或处理。

[0021] 图1展示根据一个实施例的用以从已知人员的一个参考图像识别未知人员的系统100。系统100包含电子装置102以识别未知人员104。电子装置102包含耦合到处理器112的图像传感器106、输入装置108、输出装置110。处理器112还耦合到存储装置114、存储器116及通信装置118。存储器116包含图像接收器模块120、子空间模块124、搜索模块126、辨识模块128及输入/输出(I/O)模块130。电子装置102经配置以俘获未知人员104的多个图像且向用户(未图示)识别未知人员的身份。

[0022] 成像传感器106经配置以响应于来自执行存储器116的图像接收器模块120的特定指令的处理器112的控制而俘获及供应图像。成像传感器106的实例包含数字电荷耦合装置(CCD)相机、红外相机及类似者。在一些实施例中,成像传感器106是任选的,且未知人员104的图像(例如)存储在存储装置114或存储器116中且从存储装置114或存储器116检索,或从输入装置108或通信装置118接收,如下文将参考图2所论述。

[0023] 输入装置108可包含显示器、小键盘、鼠标、触摸屏、麦克风、数据驱动器或端口(例如,用于便携式数据装置的光盘驱动器或通用串行总线(USB)端口),或经配置以将输入提供到电子装置102的其它类似装置。举例来说,在操作期间,输入装置108可允许用户通过电子装置102的图形用户接口起始图像俘获及面部辨识进程。此外,如下文所描述,输入装置108可允许用户提供额外输入以辅助面部辨识过程,例如在满足某一辨识准则的两个或更多个参考图像之间进行选择。

[0024] 输出装置110可为光学显示器、扬声器或经配置以在处理器112的控制下提供输出的其它类似装置。在操作期间,输出装置110可在一些实施例中显示对已知人员的数据库(“参考数据库”)的搜索的结果。举例来说,输出装置110可为蜂窝式电话的显示屏幕,其经配置以显示通过搜索模块126及辨识模块128从参考数据库选择的人员的图像及身份。

[0025] 输入装置108及输出装置110可提供用户接口以在显示预览图像的同时控制何时收集用于面部辨识的数据。一些实施方案还可在辨识过程不产生一个图像的高置信度辨识

时向用户提供一个以上已知面部图像。在此情况下,用户可具备选择所返回的图像中的哪一者被恰当地辨识为观测到的面部的能力。还可给予用户指示所显示的图像不与观测到的面部恰当匹配的选项。

[0026] 处理器112包含电路(例如微处理器或微控制器),其经配置以执行来自存储器116的指令且控制及操作成像传感器106、输入装置108、输出装置110、存储装置114、存储器116、通信装置118,且经配置以控制对去往及来自那些装置的数据的处理。

[0027] 存储装置114及存储器116包含经配置以用于通过化学、磁性、电、光学或类似手段来存储信息的机制。举例来说,存储装置114及存储器116可各自为非易失性存储器装置(例如快闪存储器或硬盘驱动器),或易失性存储器装置,例如动态随机存取存储器(DRAM)或静态随机存取存储器(SRAM)。处理器112可通过从存储装置114进行读取来存取参考数据库。图1将存储装置及存储器展示为电子装置的部分。举例来说,存储装置114可为手机上的含有已知人员的参考数据库(例如联系人列表)的非易失性存储器。然而,在一些实施例中,存储装置114还可远程定位在单独的装置上且通过通信通道(例如经由网络)进行存取,如将结合图2进行论述。

[0028] 通信装置118包含电子器件,所述电子器件经配置以向处理器112提供用于发射及接收数据的通信接口,所述数据例如为与未知人员的图像相关或与参考数据库相关的数据。举例来说,处理器112可经配置以向参考数据库请求已知人员的图像或图像相关数据。通信可为计算机或电信网络上的无线或有线通信。

[0029] 图像接收器模块120包含配置处理器112以接收多个图像的指令。在一个实施例中,可从输入装置108接收图像。在另一实施例中,可直接从俘获图像的成像传感器106接收图像。在另一实施例中,可经由通信装置118从网络(未图示)接收图像。在又一实施例中,可通过从数据存储装置(例如存储装置114、存储器116或经由输入装置108与电子装置102连接的数据存储装置)加载图像数据而接收图像。

[0030] 面部检测模块132在存储器116内,面部检测模块132包含配置处理器112以从所俘获的图像或由系统接收的对图像的输入识别一或多个面部的指令。举例来说,面部检测模块132可包含与面部检测、特征检测、面部图像的规格化及从所述多个所接收的图像选择两个或更多个图像相关的指令。在一个实施例中,选择是基于对应图像中的面部的定向,例如正面定向。可例如在2011年2月24日申请的第20110047384号美国专利申请公开案中找到面部检测系统的实例。

[0031] 存储器116还包含子空间模块124,子空间模块124具有配置处理器112以基于多个图像而产生面部特征的子空间的指令。举例来说,子空间模块124可包含与特征向量化、特征向量汇集或聚集及类似者相关的指令。在一个实施例中,通过计算对应特征关注区(ROI)内的线性二进制图案(LBP)的直方图而将图像的对应于特征的部分(特征ROI)转换为向量。在另一实施例中,可通过Gabor滤波器以各种定向及尺度对特征进行滤波。对于每一尺度或定向,结果经汇集(例如,通过取最大或平均结果)以形成向量。将参考图3到7进一步详细论述面部检测及子空间产生。

[0032] 存储器116还包含搜索模块126,搜索模块126包含配置处理器112以使用通过执行子空间模块124的指令而产生的面部特征的子空间来搜索已知面部的参考数据库的指令。在一些实施例中,参考数据库可为可使用存储装置114或输入装置108而存取的。举例来说,

在一个实施例中,输入装置108可包含到含有参考数据库的外部存储装置的接口。

[0033] 如下文将进一步详细描述,在操作中,搜索参考数据库包含将未知人员的子空间与来自参考数据库的一或多个参考图像进行比较。举例来说,可产生数据库中的已知存储的面部的参考特征向量且将其投影到未知面部的子空间上以计算投影误差。可随后针对参考数据库的每一参考特征向量计算投影误差。各种量度可用于计算投影误差或子空间与参考特征向量之间的距离。举例来说,在一些实施例中,可使用卡方距离。然而,将了解,可使用其它可适用的量度,例如欧几里得范数、 L^p 范数及类似者。

[0034] 辨识模块128也在存储器116内,辨识模块128包含配置处理器112以至少部分基于搜索的结果而辨识所述多个所存储的图像中的观测到的主体的指令。举例来说,可从参考数据库选择与最小投影误差相关联的图像及身份且与未知面部相关联。在一些实施例中,可选择参考数据库的两个或更多个图像及身份以供用户选择。辨识模块128还可包含用于测试表示匹配的最大令人满意的投影误差的阈值的指令。未满足阈值的参考图像将不够条件与子空间匹配。在一些实施例中,在其中不限定参考图像的情形中,辨识模块可致使处理器112经由输出装置110指示不存在匹配的参考图像。

[0035] 存储器116还展示为具有I/O模块130,I/O模块130包含配置处理器112以输出由模块128执行的辨识的结果的指令。具体输出可根据实施例而变化。在一些实施方案中,在输出装置110是显示器的情况下,可向显示器产生辨识输出。在一些实施例中,I/O模块130可包含配置处理器112以经由通信装置118传输或接收数据的指令。

[0036] 包含在图像接收器模块120、子空间模块124、搜索模块126、辨识模块128及I/O模块130中的指令可存储在计算机可读媒体上。举例来说,存储装置114可存储包含在模块120、124、126、128、130、132中的指令。

[0037] 用于面部辨识的电子装置102被展示且在上文主要描述成体现在单一电子装置102中。在一个实施例中,电子装置102可实现快速面部辨识。举例来说,处理器112及存储装置114可通过提供快速数据速率的数据通道进行连接。另外或替代地,在一个实施例中,电子装置102可实现安全面部辨识,因为(例如)与面部相关的数据或个人数据不需要在网络上传输。

[0038] 在其它实施例中,面部辨识过程分布在各种装置当中。举例来说,图2展示用以从多个图像识别未知人员的客户端-服务器系统200的示范性实施例。图1及2的系统100、200共同的元件共享共同的参考标志,且出于简洁起见,仅在本文描述系统100、200之间的差异。

[0039] 客户端装置202可通过网络206通信地耦合到服务器装置204及存储装置114。客户端装置202的实例可包含联网装置或通信装置,例如蜂窝式电话、膝上型计算机、平板PC及类似装置。服务器装置204可为经配置以向客户端装置202提供面部辨识服务的计算机。网络206可为计算机网络(例如,因特网)、电信网络(例如,无线蜂窝式通信网络)或其类似者。

[0040] 如图2所示,客户端装置202包含图像传感器106、输入装置108、输出装置110、客户端侧处理器112a、客户端侧通信装置118a,及含有图像接收器模块120、I/O模块130及面部检测模块132的客户端侧存储器116a。服务器装置204包含服务器侧处理器112b、服务器侧通信装置118b,及含有子空间模块124、搜索模块126及辨识模块128的服务器侧存储器116b。

[0041] 在操作中,客户端装置202可使用成像传感器106俘获未知人员的多个图像以用于识别所述未知人员。客户端侧处理器112a执行面部检测模块132的指令以用于面部检测及各种预处理,例如面部图像选择及规格化。可在网络206上将关于多个面部图像的数据传送到服务器204。服务器204可处理所传送的数据且将识别数据传输或发送到客户端202。举例来说,服务器侧处理器112b可执行来自子空间模块124的指令以用于从关于未知人员的多个图像的所传送的数据产生子空间。服务器侧处理器112b可随后通过执行来自搜索模块126的指令而将所产生的子空间与参考数据库中含有的参考图像进行比较。服务器204可随后将与和子空间最紧密匹配相关联的图像及/或个人ID发送到客户端202。

[0042] 客户端-服务器系统200的一些实施例可降低用户的客户端装置202的计算及存储要求。举例来说,在服务器装置204上而不是客户端装置202上执行子空间模块124及搜索模块126的指令可减少在客户端装置202上执行的指令的所需数目。另外,在外部将参考数据库存储到客户端装置202可减少客户端装置202上的所需的数据存储。因此,在一些实施例中,分布式系统还可改善电效率及电池寿命。

[0043] 现在转向图3,展示根据一个实施例的面部辨识方法的数据流图,且一般标示为300。数据流300包括训练过程302,训练过程302包含N个人的一组面部图像304。在此实施例中,数据库304可仅具有可用于由数据库304表示的每一人员的一个参考图像。也就是说,数据库的每一身份可与基于一个参考图像的数据相关联。相关联的数据(例如)可为参考图像、参考图像的压缩版本、从参考图像产生的特征向量或其类似者。然而,将了解,数据库304可使数据基于其它可适用的数目的参考图像。举例来说,数据库304可具有各自与多个参考图像相关联的一或多个身份,且可具有仅与一个参考图像相关联的其它身份。本发明的一些实施例的一个优点尤其是,数据库304可比需要多个图像用于训练的数据库产生起来更实际。在许多情况下,待辨识的每一主体的多个图像的库可能不可用。举例来说,传统网站可具有其用户中的每一者的简档,但每一用户仅一个简档图片。作为额外实例,归因于数据存储约束,蜂窝式电话可仅准许每一联系人一个图片。

[0044] 在框306中,每一样本图像用作用于比较的参考。在一些实施例中,所述参考是基于图像而产生的特征向量。如果数据库304的人员具有一个以上参考图像,那么可产生子空间作为参考。下文将详细描述产生子空间的过程。

[0045] 在辨识过程322期间,接收未知人员的多个输入图像324且输入到面部检测块326。面部检测块326识别图像的含有面部的部分以及面部的含有面部特征的部分。可使用各种面部检测方法。某一面部检测方法(例如)检测未知人员的面部的周边周围的矩形ROI(“面部ROI”)且检测ROI内的面部特征。这些面部特征的实例可包含嘴及左眼和右眼的中心、左眼和右眼的内部及外部拐角、嘴的左边及右边拐角、左边及右边鼻孔及上唇的中心。可通过执行来自图1的面部检测模块132的指令来实施面部检测块326。

[0046] 在框328中,从面部检测模块326在多个图像324中检测到的面部构建子空间。在一个实施方案中,子空间是基于特征向量。在一些实施例中,给定面部的特征向量可为面部图像的所有特征片段的排序的串接。特征片段是提取或概括特征的对应特征的数据结构或变换。将结合图6A和6B进一步详细描述产生特征向量的过程。基于来自多个输入图像的对应特征向量而形成子空间。举例来说,可通过应用最大、最小、平均或类似运算符(包含其它汇集运算符)而产生子空间。另外或替代地,统计方法可用于产生子空间。举例来说,特征向量

的均值及方差可提供子空间的统计模型。可(例如)通过执行图1的子空间模块124的指令来实施框328。

[0047] 在构建子空间之后,流300移动到框330,其中从数据库304选择最紧密匹配子空间的参考图像。举例来说,可例如通过执行搜索模块126的指令通过将每一数据库参考图像的特征向量投射到未知人员的子空间中来实现辨识。可以与上文及在图6A和6B中所描述的类似过程计算每一参考图像的特征向量。框330可通过(例如)执行图1的辨识模块128的指令而输出对应于具有最小投影误差的特征向量的人员的个人ID及/或参考图像332。

[0048] 图4展示根据一个实施例的辨识观测到的面部的的方法400。方法400开始于开始框405且随后移动到框410,其中接收待辨识的观测到的面部的多个图像。在一些实施例中,可从文件系统或从网络接收所述图像。在另一实施例中,可从俘获图像的图像传感器接收所述图像。可(例如)通过使用处理器112执行来自图像接收器模块120的指令而接收图像。

[0049] 在框415中,基于所述多个所接收的图像而构建子空间。在一些实施例中,构建子空间包含以下各者中的一或多者:检测所接收的图像中的每一者中的面部;选择所检测到的面部的子集;产生用于选定面部中的每一者的特征向量;及从所产生的特征向量产生子空间。可(例如)通过使用处理器112执行来自子空间模块124的指令而产生子空间。

[0050] 在框420中,基于所述子空间而搜索面部图像的参考数据库。在一些实施方案中,从参考数据库检索的图像被投影到子空间中。随后确定投影误差。投影误差可与参考数据库的图像相关联。可(例如)通过使用处理器112执行来自搜索模块126的搜索存储装置114的指令而搜索参考数据库。

[0051] 在框425中,至少部分基于搜索的结果而辨识观测到的面部。可通过各种准则辨识观测到的面部。举例来说,可将来自数据库的使投影误差最小化的图像辨识为观测到的面部。在一些实施例中,可将来自数据库的满足阈值的两个或更多个图像辨识为观测到的面部的候选匹配。可(例如)通过使用处理器112执行来自辨识模块128的指令而辨识观测到的面部。

[0052] 在框430中,基于所述辨识而产生输出。举例来说,可向显示装置产生指示辨识出观测到的面部的输出。或者,可在网络上发送指示已发生辨识的消息。还可显示与辨识相关的数据,例如所辨识的个体的姓名、地址或其它识别信息,或在网络上发送所述数据。在框435中,过程400终止。可(例如)通过使用处理器112执行来自I/O模块130的控制输出装置108的指令而产生输出。

[0053] 图5展示根据一个实施例的使用面部检测算法处理的图像500的说明性实例。图像500含有人员502的面部图像。面部检测算法检测人员的面部周围的限界框504。框504内的部分可被称作“面部ROI”。此外,面部检测方法检测限界框504内的面部特征(或“特征ROI”)。这些面部特征可包含嘴及左眼和右眼的中心、左眼和右眼的内部及外部拐角、嘴的左边及右边拐角、左边及右边鼻孔及上唇的中心。可针对这些中的每一者产生单独的限界框。举例来说,右眼的右边拐角具有ROI 506,右眼的中心具有ROI 508,且右眼的左边拐角具有ROI 510。

[0054] 图6A展示根据一个实施例的特征提取过程600a的流程图。在框604中,将面部图像提供为输入602,其中已通过面部检测模块132处理面部图像。举例来说,图像602可具有围绕所检测到的面部的ROI(例如,面部ROI),以及围绕面部ROI内的每一检测到的特征ROI

(例如,特征ROI)。在框604中,针对每一特征点的矩形区内的每一像素计算LBP标记。下文将结合图6B描述实例LBP操作。LBP操作在应用LBP操作的像素处产生二进制图案。因此,框604产生每一特征ROI的每一像素的二进制图案。在框606中,针对每一特征ROI计算LBP标记的直方图。在框608中,通过依次连接每一特征ROI的直方图而产生特征向量。

[0055] 图6B展示根据一个实施例的应用于像素的LBP操作600b的说明。图像612是特征的一部分或特征ROI。图像614展示围绕图像612的像素中的一者的 3×3 灰度级邻域。图像616展示图像614的十进制表示。将阈值运算符应用于图像616以产生二进制图案620,且其中中心像素用作阈值。也就是说,如果像素的十进制表示大于中心像素,那么将像素标记为“1”,否则的话,标记为“0”。如所说明,通过沿着 3×3 邻域的边缘读出位而形成LBP“11001011”。在图6B中,最低有效位对应于图像620的左上方位,且顺时针读出图像620的所述位。虽然图6B展示 3×3 邻域,但将了解,可从约 3×3 到约 65×65 的邻域选择其它可适用的邻域。

[0056] 图7展示面部辨识系统700的示范性实施例的框图。框704接收视频输入702且使用面部检测过程(例如辨识模块128)检测输入图像中的每一者中的面部。可从(例如)成像传感器106接收视频输入702。如所陈述,面部检测过程识别输入图像的含有面部及其相关联的特征的区。

[0057] 在框706中,面部检测过程从视频输入702序列选择特定图像帧。以正面作为目标的选择可基于正面大致对称的假设。具体来说,可将面部ROI的水平中心计算为中心轴。可尤其从所检测到的面部特征计算以下几何信息:

[0058] 1.可包含左眼中心、左边鼻孔及嘴的左边拐角的左侧面部特征到中心轴的水平距离及右侧面部到中心轴的水平距离。还可计算对应距离的平均差。

[0059] 2.可包含左眼及右眼中心、左边及右边鼻孔及左边和右边嘴拐角的左侧及右侧面部特征的垂直差。还可计算所有垂直差的平均值。

[0060] 3.还可计算所检测到的嘴中心及所计算的嘴中心与左边及右边嘴拐角的水平位置差。

[0061] 4.所计算的嘴中心从左边及右边嘴拐角到所计算的眼睛中心及鼻子中心位置的累加的水平位置差。

[0062] 5.所计算的嘴中心与所计算的眼睛中心及鼻子中心位置的累加的垂直位置差。

[0063] 如果这些所计算的几何差小于某一预定义阈值,那么选择正面姿势。另外,可从图像集合除去模糊图像帧。边缘及边缘宽度可用于确定模糊水平。虽然框706被描述为以正面作为目标,但将了解,可选择其它可适用的定向。在一些实施例中,作为目标的定向可基于参考图像的定向。举例来说,如果观测到的图像的定向大致与参考图像中的面部的定向匹配,那么可选择观测到的图像。

[0064] 在另一实施例中,对观测到的图像的选择可基于所关注的面部特征。举例来说,基于当前正分析哪一面部特征,可以正面及轮廓定向两者作为目标。轮廓图片可俘获耳特征中的差异,且此信息可与正面图像结合使用以用于获得(例如)关于眼睛间隔的数据。

[0065] 图像选择过程可继续下去,直到达到阈值数目的合格图像帧为止。举例来说,在决策框708中,如果已经积累至少五个合格的图像帧,那么过程700继续到框710,且如果已经积累小于五个合格的图像帧,那么返回到框704。将了解,可从约5个到约50个选定的合格的图像的范围选择其它可适用的停止准则。

[0066] 在框710中,选定的合格的图像经规格化以改进比较。规格化可包含(例如)上取样、下取样,及适当时的滤波。在一些实施例中,每一面部图像经规格化到指定大小,例如 $n \times m$ 图像。在其它实施例中,面部图像相对于另一图像(例如参考面部图像)的大小而被规格化。可通过执行来自(例如)面部检测模块132的指令而执行规格化。

[0067] 在框712中,从面部图像提取特征以形成特征向量。特征向量是以选定面部图像的所检测到的特征点为中心的局部二进制图案(LBP)。作为将阈值应用于具有中心像素的每一像素的 3×3 邻域的结果,通过使用二进制数标记每一像素而获得LBP图案。每一面部特征点的给定限界框内的标记的直方图形成特征片段。所有特征片段的有序串接是给定面部的特征向量。以每一面部特征为中心来计算LBP直方图或特征片段。所述片段的有序串接可构成最终特征向量。可通过执行来自子空间模块124的指令而执行框712的操作。

[0068] 在从选定图像产生特征向量之后,在框714中,可以使用随机样本一致性(RANSAC)算法来计算特征向量的统计分布模型(例如,均值及方差)。RANSAC算法可通过从数据组移除离群值而对统计噪声稳健。最终的均值及方差可构成观测到或未知人员的统计子空间表示。可通过执行来自子空间模块124的指令而执行框714的操作。

[0069] 在框716中,可将具有拥有最小卡方距离的特征向量的参考图像识别为未知或观测到的人员。可将卡方距离计算为

[0070]
$$d_i = \sum_{j=1}^N (m_j - x_{ij})^2 / (m_j + x_{ij}) \quad (\text{等式1})$$

[0071] 在等式1中, m 表示子空间的均值向量; x_i 表示第 i 个人的特征向量; N 是特征向量的维度,且下标 j 表示相关联的向量的第 j 个分量。可通过执行来自搜索模块126的指令而执行框716的操作。

[0072] 在框718中,从具有最小相关联的距离 d_i 的参考数据库选择两个图像。随后在框720中将这两个图像提供给用户以供选择。作为响应,用户可选择最紧密类似未知人员的图像。在一个实施例中,可通过包含未知人员的用户选定的图像来更新参考数据库。可通过执行来自搜索模块126的指令而执行框718的操作。虽然以上内容描述选择两个图像,但将了解,可从约3个到约10个图像选择任何可适用的数目的图像。

[0073] 所述技术使用众多其它通用或专用计算系统环境或配置而操作。可适合与本发明一起使用的众所周知的计算系统、环境及/或配置的实例包含(但不限于)个人计算机、服务器计算机、手持式或膝上型计算机装置、多处理器系统、基于处理器的系统、可编程消费型电子装置、网络PC、微型计算机、大型主机计算机,包含以上系统或装置中的任一者的分布式计算环境及类似者。

[0074] 如本文中所使用,指令涉及用于处理系统中的信息的计算机实施的步骤。指令可在软件、固件或硬件中实施且包含由系统的组件进行的任何类型的编程步骤。

[0075] 处理器可为任何常规的通用单芯片或多芯片处理器,例如AMD[®] Athlon[®] II或Phenom[®] II处理器、Intel[®] i3[®]/i5[®]/i7[®]处理器、英特尔Xeon[®]处理器或ARM[®]处理器的任何实施方案。另外,所述处理器可为任何常规的专用处理器,包含OMAP处理器、Qualcomm[®]处理器(例如Snapdragon[®])或数字信号处理器或图形处理器。处理器通常具有常规的地址

线、常规的数据线及一或多个常规的控制线。

[0076] 系统是由如详细论述的各种模块构成。如所属领域的技术人员可了解,所述模块中的每一者包括各种子例程、程序、明确申明及宏。所述模块中的每一者通常被单独地编译及链接到单一可执行程序中。因此,出于便利起见而使用所述模块中的每一者的描述来描述优选系统的功能性。因此,所述模块中的每一者所经历的过程可任意地重新分配给其它模块中的一者、一起组合在单一模块中,或使得可用于(例如)可共享的动态链接库中。

[0077] 可以任何常规的编程语言编写系统,例如C#、C、C++、BASIC、Pascal或Java,且在常规的操作系统下运行。C#、C、C++、BASIC、Pascal、Java及FORTRAN是业界标准的编程语言,许多商用编译器可使用其创建可执行代码。还可使用例如Perl、Python或Ruby等解译语言来编写系统。

[0078] 所属领域的技术人员将进一步了解,结合本文所揭示的实施例而描述的各种说明性逻辑块、模块、电路和算法步骤可实施为电子硬件、计算机软件或两者的组合。为了清楚地说明硬件与软件的此可互换性,上文已大体上关于其功能性而描述了各种说明性组件、块、模块、电路和步骤。此类功能性是实施为硬件还是软件取决于特定应用及施加于整个系统的设计约束。所属领域的技术人员可针对每一特定应用以不同方式实施所描述的功能性,但此类实施决策不应被解译为引起对本发明的范围的偏离。

[0079] 可使用经设计以执行本文所描述的功能的通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其它可编程逻辑装置、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件或其任何组合来实施或执行结合本文中所揭示的实施例而描述的各种说明性逻辑块、模块和电路。通用处理器可为微处理器,但在替代方案中,处理器可为任何常规的处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可实施为计算装置的组合,例如,DSP与微处理器的组合、多个微处理器的组合、一或多个微处理器与DSP核心的联合,或任何其它此类配置。

[0080] 在一或多个实例实施例中,所描述的功能及方法可以硬件、软件、或在处理器上执行的固件或其任何组合来实施。如果以软件实施,则可将功能作为一或多个指令或代码而存储在计算机可读媒体上或经由计算机可读媒体传输。计算机可读媒体包含计算机存储媒体与通信媒体两者,通信媒体包含促进将计算机程序从一处传送到另一处的任何媒体。存储媒体可为可由计算机存取的任何可用媒体。举例来说且并非限制,所述计算机可读媒体可包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其它光盘存储装置、磁盘存储装置或其它磁性存储装置,或可用于载运或存储呈指令或数据结构形式的所要程序代码且可由计算机存取的任何其它媒体。同样,任何连接可恰当地称为计算机可读媒体。举例来说,如果使用同轴电缆、光纤电缆、双绞线、数字订户线(DSL)或无线技术(例如红外线、无线电和微波)从网站、服务器或其它远程源传输软件,那么所述同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL或无线技术(例如红外线、无线电和微波)包含在媒体的定义中。如本文所使用,磁盘及光盘包含压缩光盘(CD)、激光光盘、光学光盘、数字多功能光盘(DVD)、软性磁盘及蓝光光盘,其中磁盘通常以磁性方式复制数据,而光盘用激光以光学方式复制数据。上述各者的组合也应包含在计算机可读媒体的范围内。

[0081] 前文描述详述了本文中揭示的系统、装置及方法的某些实施例。然而,将了解,不管前述内容在文本中任何详细显现,可以多种方式实践所述系统、装置及方法。还如上文所

陈述,应注意,在描述本发明的特定特征或方面时使用特定术语不应理解为暗示所述术语在本文中被重新界定以受限于包含所述术语所关联的技术的特征或方面的任何特定特性。

[0082] 所属领域的技术人员将了解,在不脱离所描述的技术的范围的情况下可作出各种修改及改变。所述修改及改变打算属于实施例的范围内。所属领域的技术人员还将理解,在一个实施例中包含的部分可与其它实施例交换;来自所描绘的实施例的一或多个部分可与其它所描绘的实施例以任何组合包含在一起。举例来说,本文中描述及/或图中所描绘的各种组件中的任一者可进行组合、互换或从其它实施例排除。

[0083] 关于实质上任何复数和/或单数术语在本文中的使用,所属领域的技术人员可以根据上下文和/或应用适当地从复数翻译到单数和/或从单数翻译到复数。为清晰起见,本文中可明确地阐述各种单数/复数排列。

[0084] 本领域内的人将理解,一般来说,本文中所用的术语一般既定为“开放”术语(例如,术语“包含”应被解释为“包含但不限于”,术语“具有”应被解释为“至少具有”,术语“包含”应被解释为“包含(但不限于)”等)。所属领域内的技术人员将进一步了解,如果打算所引入的权利要求叙述的特定数字,那么这类打算将明确叙述在所述权利要求中,并且在不存在这类叙述的情况下,不存在这类打算。举例来说,为了辅助理解,所附权利要求书可含有介绍性短语“至少一个”和“一或多个”的使用,以便介绍权利要求叙述。然而,这类短语的使用不应该理解为暗示通过不定冠词“一(a/an)”引入权利要求叙述将含有这样引入的权利要求叙述的任一特定权利要求限制在仅含有一个这类叙述的实施例,甚至在同一个权利要求包含介绍性短语“一或多个”或“至少一个”和例如“一(a/an)”等不定冠词时(例如,“一(a/an)”通常应该解释为意指“至少一个”或“一个或多个”);这同样适用于使用定冠词来引入权利要求叙述的情况。另外,即使明确叙述特定数目的所介绍权利要求叙述,本领域的技术人员将认识到此叙述通常应被解释为至少意味着所叙述数目(例如无其它修饰语的明确叙述“两种叙述”通常意味着至少两种叙述或两种或两种以上叙述)。此外,在使用相似于“A、B和C中的至少一者等”的惯例的那些情况下,一般来说此构造打算为本领域的技术人员将理解所述惯例的含义(例如,“具有A、B和C中的至少一者的系统”将包含(但不限于)具有单独A、具有单独B、具有单独C、具有A和B一起、A和C一起、B和C一起和/或A、B和C一起的系统等)。在使用相似于“A、B或C中的至少一者”等的惯例的那些情况下,一般来说此构造打算为本领域的技术人员将理解所述惯例的含义(例如,“具有A、B或C中的至少一者的系统”将包含(但不限于)具有单独A、单独B、单独C、A和B一起、A和C一起、B和C一起和/或A、B和C一起的系统等)。所属领域的技术人员将进一步理解,无论在说明、权利要求或图式中,实际上任何呈现两种或两种以上替代性术语的分离性词语和/或短语应理解为涵盖包括所述术语中的一者、所述术语中的任一者或两种术语的可能性。举例来说,短语“A或B”理解为包含“A”或“B”或“A和B”的可能性。

[0085] 虽然本文中已经揭示各种方面及实施例,但所属领域的技术人员将明白其它方面及实施例。本文中揭示的各种方面及实施例是出于说明的目的且并不打算具限制性。

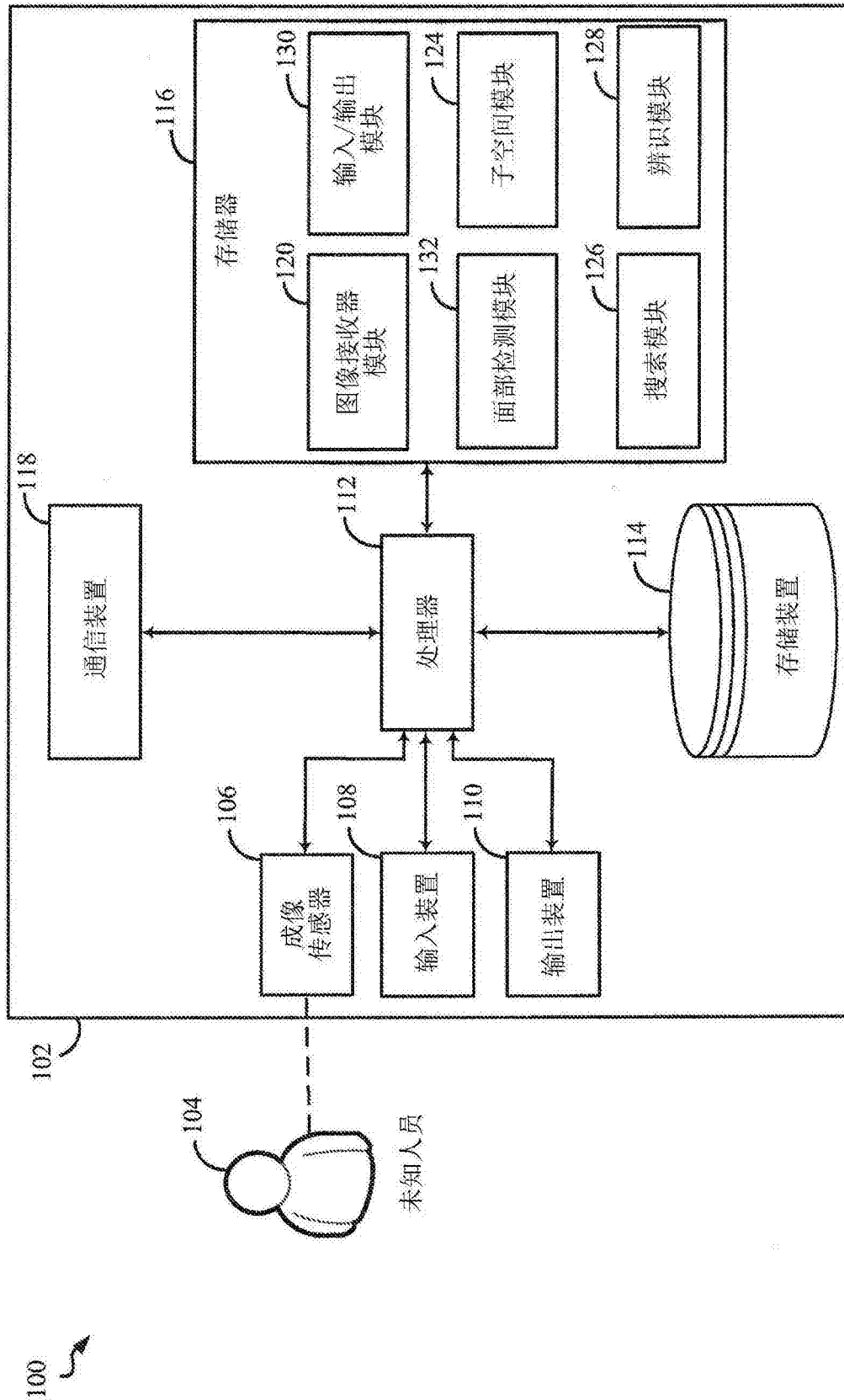


图1

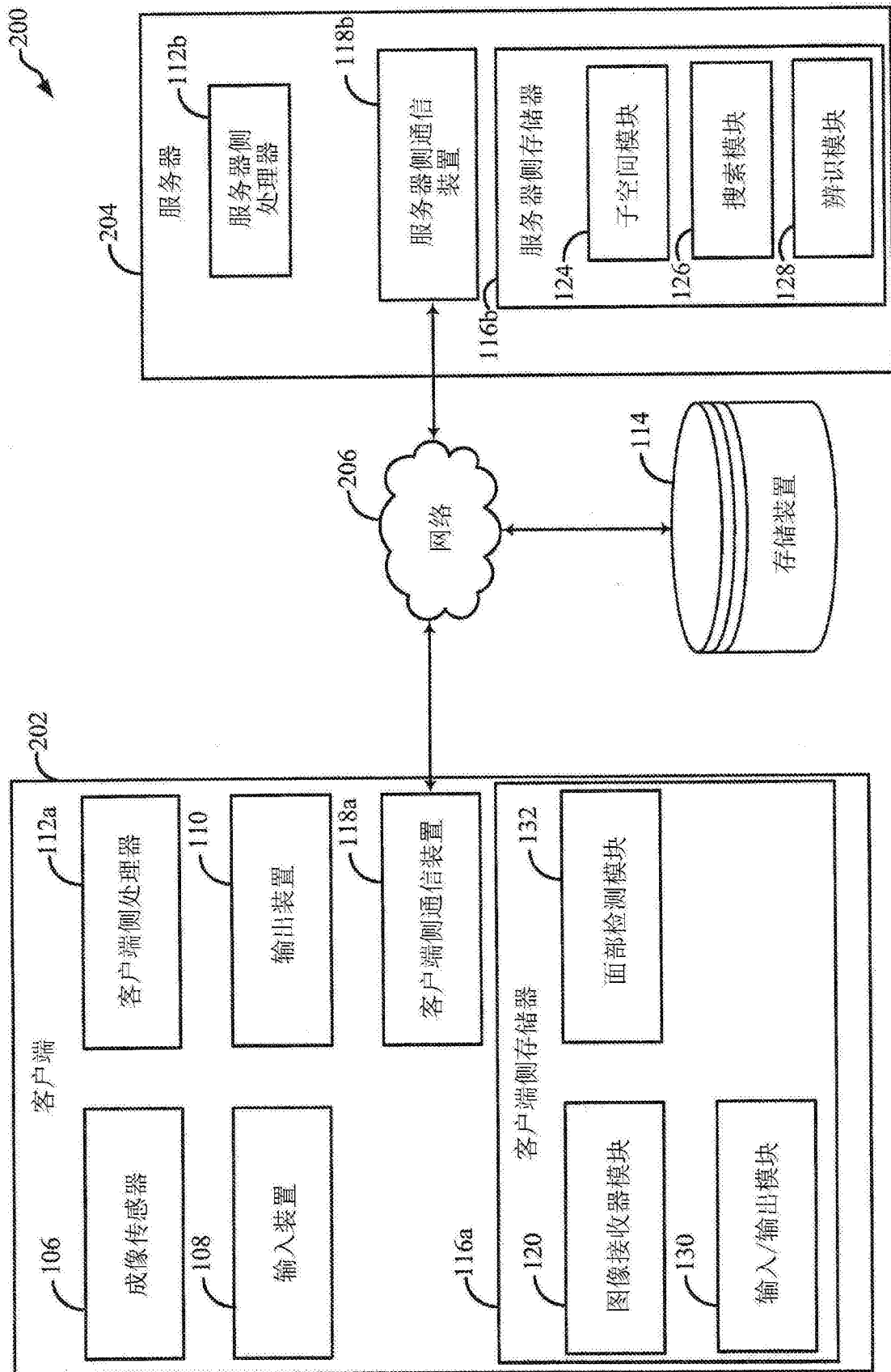


图2

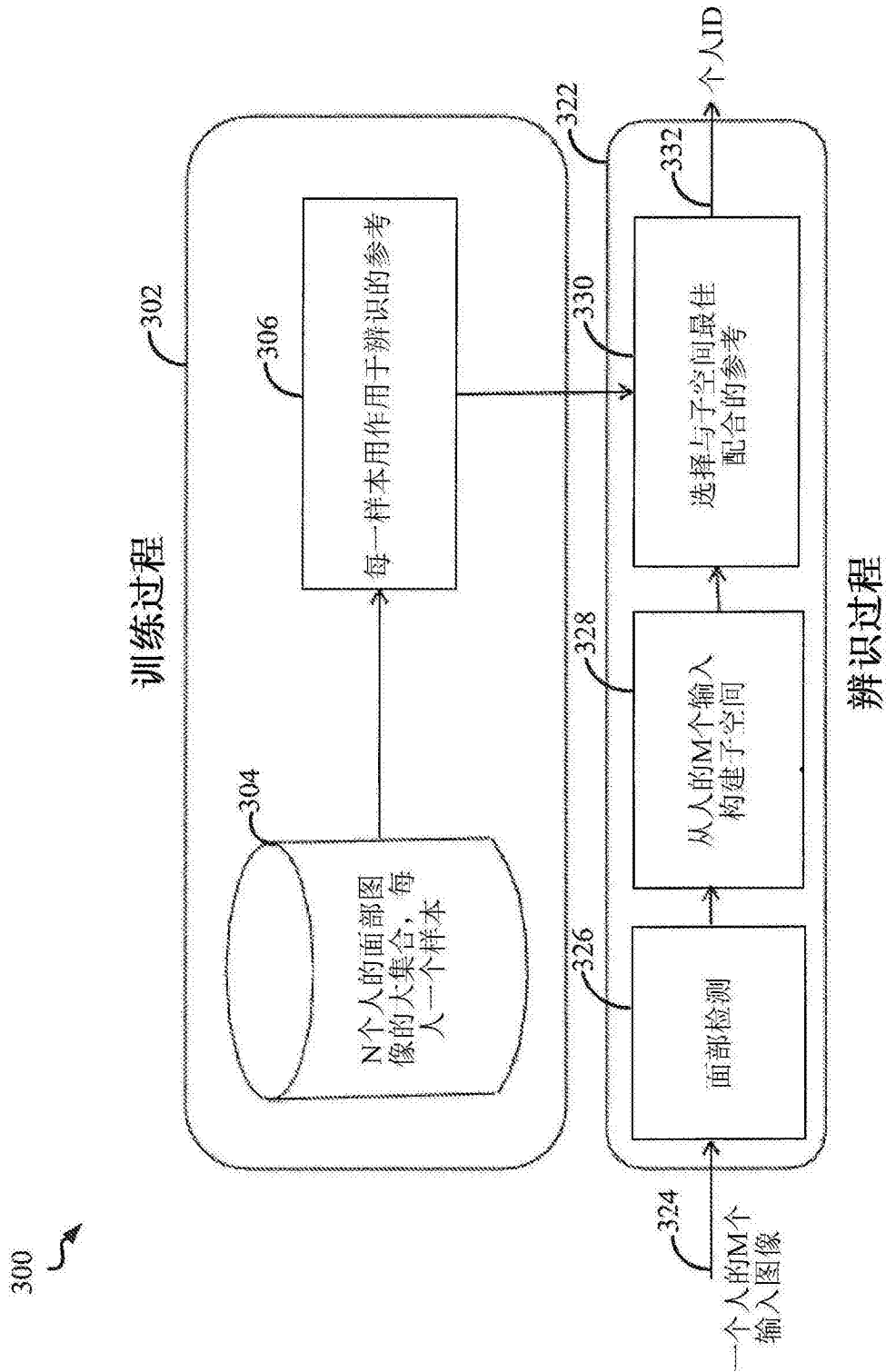


图3

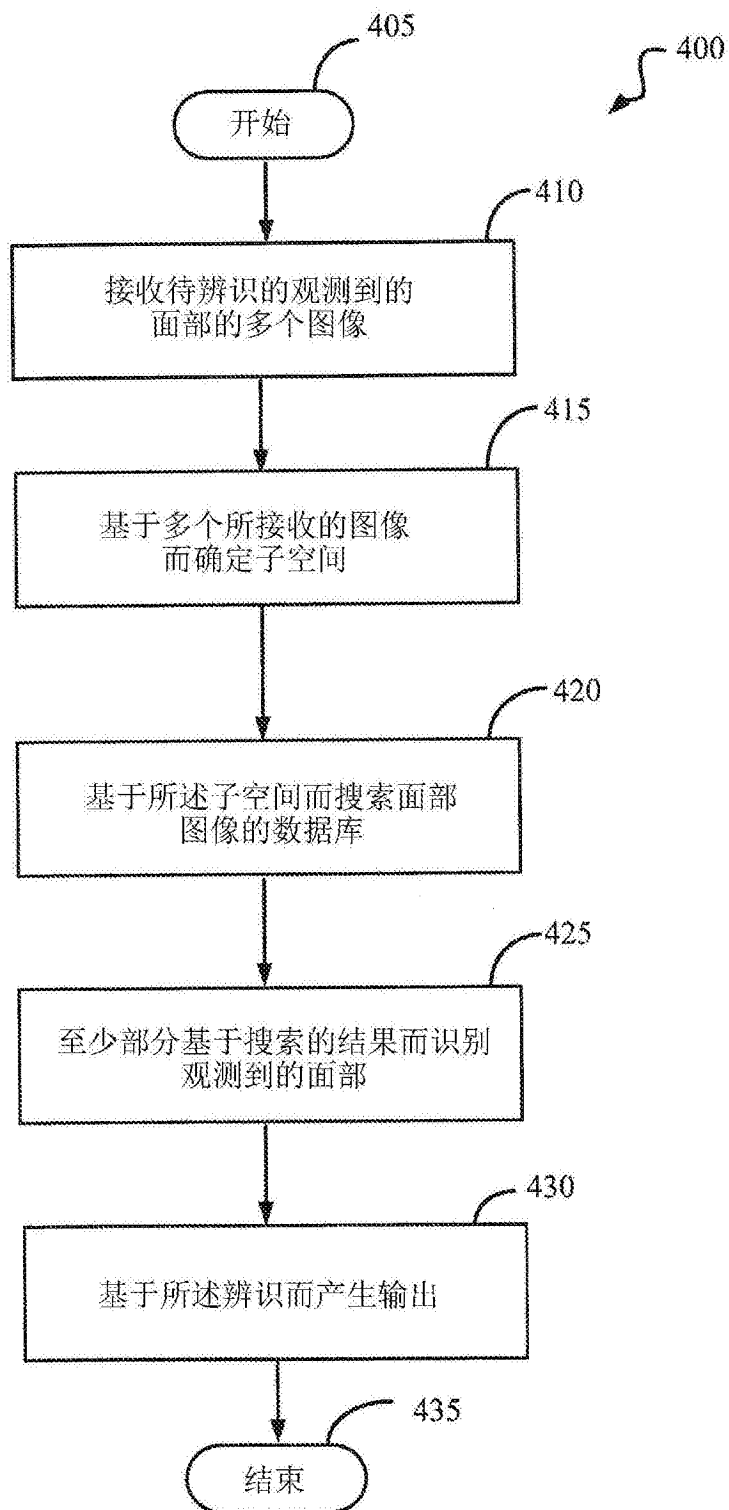


图4

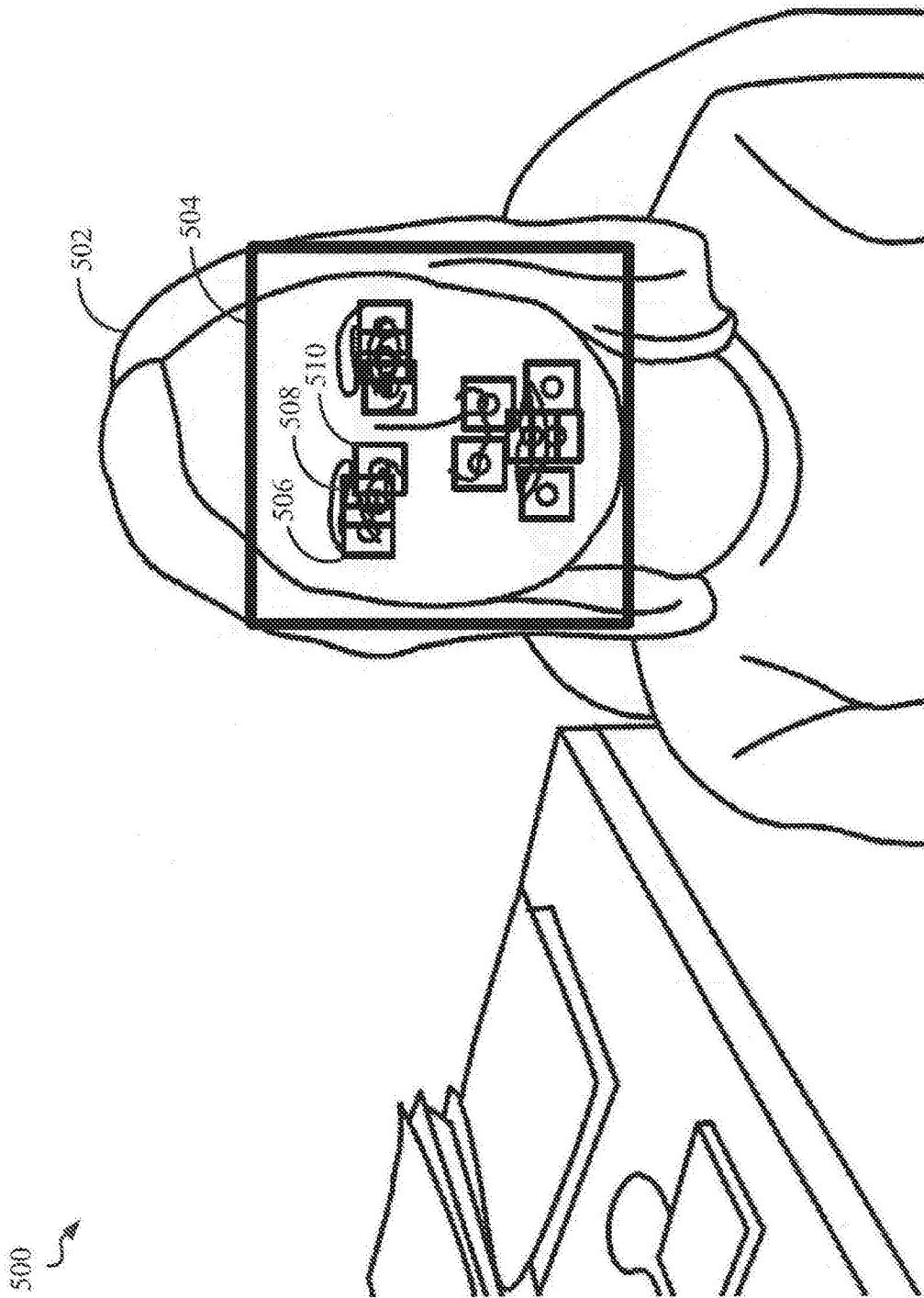


图5

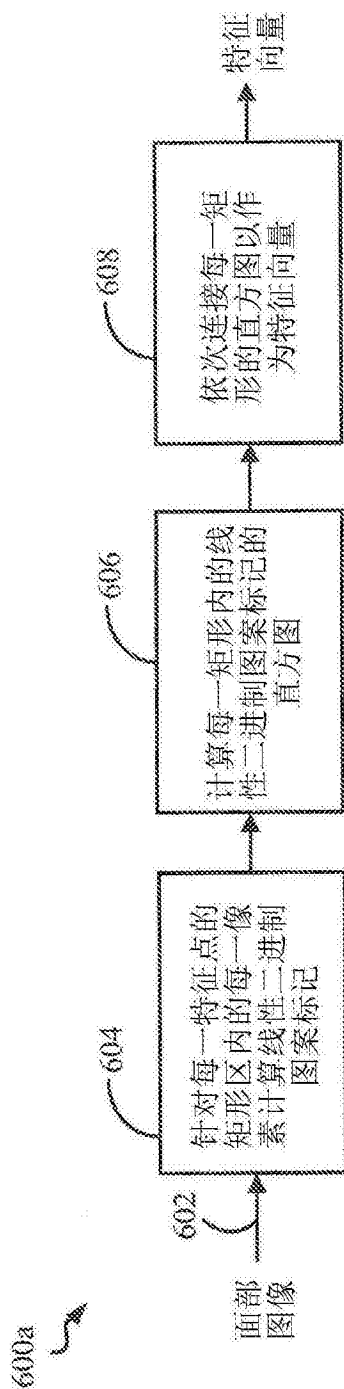


图6A

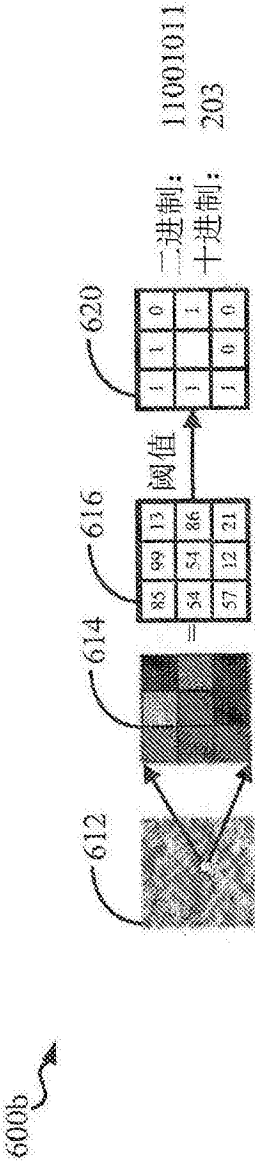


图6B

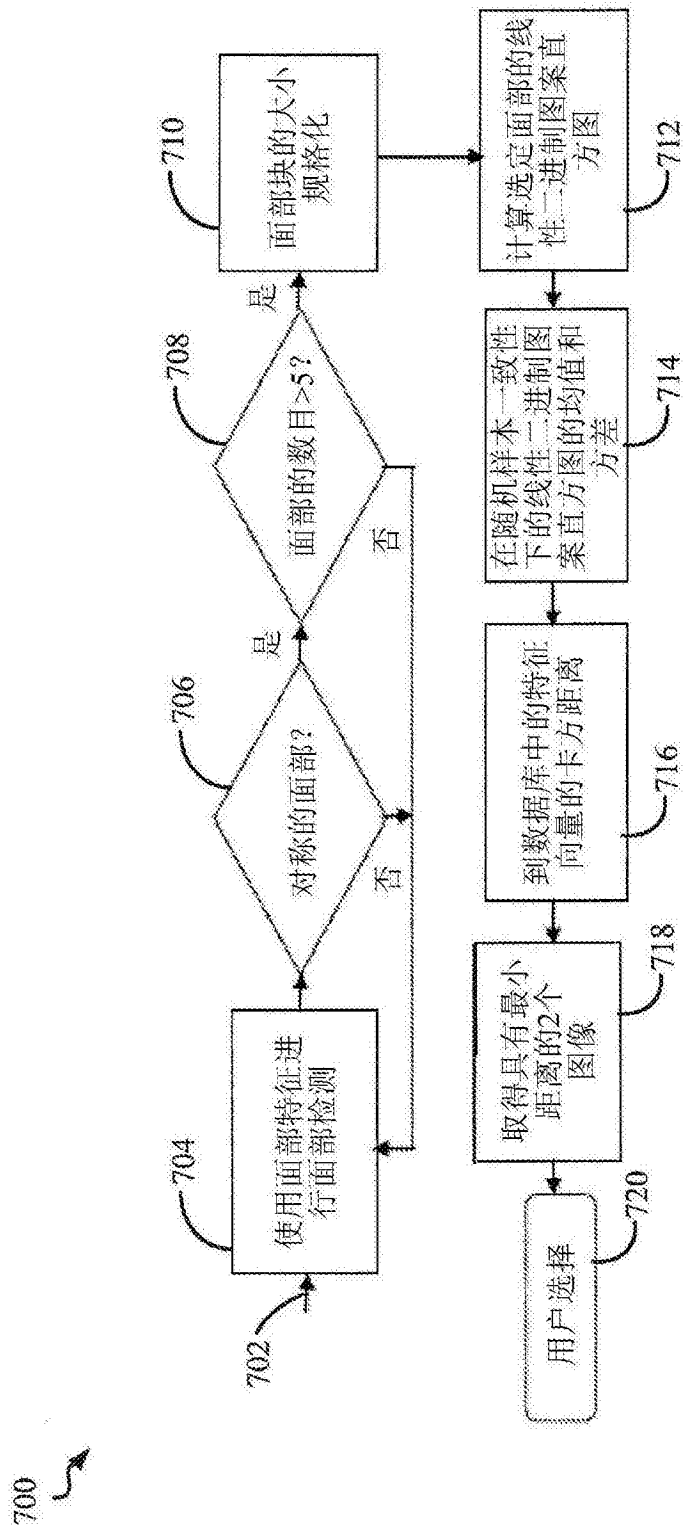


图7