



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107766786 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 24

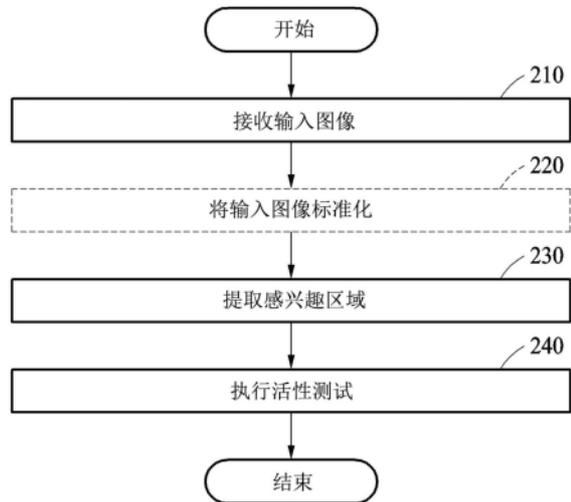
(21) 申请号 201710450423.7  
 (22) 申请日 2017.06.15  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 107766786 A  
 (43) 申请公布日 2018.03.06  
 (30) 优先权数据  
 10-2016-0106763 2016.08.23 KR  
 (73) 专利权人 三星电子株式会社  
 地址 韩国京畿道水原市  
 (72) 发明人 俞炳仁 郭荣竣 金亨培 孙辰雨  
 李昶教 崔昌圭 韩在濬  
 (74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286  
 专利代理师 王兆赓 张川绪

(51) Int. Cl.  
 G06V 40/40 (2022.01)  
 G06V 40/18 (2022.01)  
 G06V 40/13 (2022.01)  
 G06V 10/82 (2022.01)  
 G06F 21/32 (2013.01)  
 G06Q 20/40 (2012.01)  
 (56) 对比文件  
 CN 105100547 A, 2015.11.25  
 XU ZHENQI 等. Learning temporal features using LSTM-CNN architecture for face anti-spoofing. 《2015 3RD "APR ASIAN CONFERENCE ON PATTERN RECOGNITION (ACPR), IEEE》. 2015, 第141-145页.  
 审查员 曹俊杰

权利要求书4页 说明书17页 附图9页

(54) 发明名称  
 活性测试方法和活性测试计算设备

(57) 摘要  
 公开一种活性测试方法和活性测试计算设备。一种处理器实现的活性测试方法包括：从输入图像中的对象的部分提取所述对象的感兴趣区域；使用基于神经网络模型的活性测试模型对所述对象执行活性测试，其中，活性测试模型使用感兴趣区域的图像信息作为提供到活性测试模型的第一输入图像信息，并至少基于由活性测试模型从感兴趣区域的信息提取的纹理信息确定活性；指示活性测试的结果。



1. 一种活性测试方法,包括:

从输入图像中的对象的部分提取所述对象的感兴趣区域;

使用基于神经网络模型的活性测试模型对所述对象执行活性测试,其中,活性测试模型使用感兴趣区域的图像信息作为提供到活性测试模型的第一输入图像信息,并至少基于由活性测试模型从感兴趣区域的图像信息提取的纹理信息来确定活性;

指示活性测试的结果,

其中,活性测试模型使用输入图像的图像信息或输入图像中的所述对象的所述部分的图像信息作为提供到活性测试模型的第二输入图像信息,其中,活性测试模型也被提供第一输入图像信息,

其中,确定活性的步骤至少基于由活性测试模型从第一输入图像信息提取的纹理信息和基于第二输入图像信息提取的空间信息,

其中,第一输入图像信息和第二输入图像信息通过活性测试模型的第一输入层和第二输入层分别被输入到活性测试模型,

其中,第一输入层和第二输入层分别连接到第一卷积层和第二卷积层,第一卷积层和第二卷积层分别连接到第一池化层和第二池化层,并且第一池化层和第二池化层连接到第三卷积层,

其中,所述对象的感兴趣区域与输入图像中的所述对象的所述部分不同。

2. 如权利要求1所述的活性测试方法,还包括:

在提取感兴趣区域之后,调整至少输入图像中的所述对象的所述部分的图像信息的像素尺寸,以产生第二输入图像信息。

3. 如权利要求2所述的活性测试方法,其中,第一输入图像信息的有效分辨率高于第二输入图像信息的有效分辨率。

4. 如权利要求2所述的活性测试方法,其中,第一输入图像信息的像素尺寸等于第二输入图像信息的像素尺寸。

5. 如权利要求1所述的活性测试方法,

其中,活性测试模型包括:回归连接结构,其中,回归连接结构被这样配置:针对输入图像为当前帧,所述对象的活性的确定依赖于针对之前帧获得的活性测试模型的结果。

6. 如权利要求1所述的活性测试方法,其中,活性测试模型在对来自对第一输入图像信息执行的过滤和对第二输入图像信息执行的过滤二者的结果的信息的组合执行进一步过滤之前,独立地对第一输入图像信息和第二输入图像信息执行过滤。

7. 如权利要求1所述的活性测试方法,其中,提取感兴趣区域的步骤包括:

从输入图像中的所述对象的所述部分提取包括瞳孔区域的选择部分作为感兴趣区域。

8. 如权利要求7所述的活性测试方法,

其中,活性测试模型使用输入图像的在所述对象的面部区域内并包括所述选择部分的所述部分的图像信息作为提供到活性测试模型的第二输入图像信息,其中,活性测试模型也被提供第一输入图像信息,

其中,确定活性的步骤至少基于由活性测试模型从第一输入图像信息提取的纹理信息和基于第二输入图像信息提取的空间信息。

9. 如权利要求1所述的活性测试方法,其中,提取感兴趣区域的步骤包括:

从输入图像中的所述对象的所述部分提取包括眼睛、鼻子和嘴唇中的至少一个的各个选择部分作为感兴趣区域。

10. 如权利要求9所述的活性测试方法，

其中，活性测试模型使用输入图像的在所述对象的面部区域内并包括所述选择部分的所述部分的图像信息作为提供到活性测试模型的第二输入图像信息，其中，活性测试模型也被提供第一输入图像信息，

其中，确定活性的步骤至少基于由活性测试模型从各个感兴趣区域提取的纹理信息和由活性测试模型基于第二输入图像信息提取的空间信息。

11. 如权利要求1所述的活性测试方法，其中，提取感兴趣区域的步骤包括：

从作为输入图像中的所述对象的所述部分的指纹区域提取一个或多个多个选择部分作为各个感兴趣区域。

12. 如权利要求11所述的活性测试方法，

其中，活性测试模型使用输入图像的所述部分的图像信息作为提供到活性测试模型的第二输入图像信息，其中，活性测试模型也被提供第一输入图像信息，

其中，确定活性的步骤至少基于由活性测试模型从所述各个感兴趣区域提取的纹理信息和由活性测试模型基于第二输入图像信息提取的空间信息。

13. 如权利要求1所述的活性测试方法，其中，提取感兴趣区域的步骤包括：

从作为输入图像中的所述对象的所述部分的静脉区域提取选择部分作为感兴趣区域。

14. 如权利要求13所述的活性测试方法，

其中，活性测试模型使用输入图像的所述部分的图像信息作为提供到活性测试模型的第二输入图像信息，其中，活性测试模型也被提供第一输入图像信息，

其中，确定活性的步骤至少基于由活性测试模型从第一输入图像信息提取的纹理信息和基于第二输入图像信息提取的空间信息。

15. 如权利要求1所述的活性测试方法，其中，提取感兴趣区域的步骤包括：

检测输入图像中的特征点，以确定输入图像中的所述对象的所述部分；

基于检测的特征点确定感兴趣区域。

16. 如权利要求1所述的活性测试方法，其中，感兴趣区域的位置基于活性测试将被针对执行的生物测量学信息的类型来确定。

17. 如权利要求1所述的活性测试方法，还包括：基于执行的活性测试的结果，选择性地控制对计算设备的功能的访问。

18. 一种存储指令的非暂时性计算机可读存储介质，当所述指令被处理器执行时，使处理器执行如权利要求1所述的方法。

19. 一种活性测试计算设备，包括：

至少一个处理器，被配置为：

从输入图像中的对象的部分提取所述对象的感兴趣区域；

使用基于神经网络模型的活性测试模型对所述对象执行活性测试，其中，活性测试模型使用感兴趣区域的图像信息作为提供到活性测试模型的第一输入图像信息，并至少基于由活性测试模型从感兴趣区域的图像信息提取的纹理信息确定活性，

其中，活性测试模型被配置为：使用输入图像的图像信息或输入图像中的所述对象的

所述部分的图像信息作为提供到活性测试模型的第二输入图像信息,其中,活性测试模型也被提供第一输入图像信息,

其中,确定活性的步骤至少基于由活性测试模型从第一输入图像信息提取的纹理信息和基于第二输入图像信息提取的空间信息,

其中,活性测试计算设备还被配置为:通过活性测试模型的第一输入层和第二输入层分别将第一输入图像信息和第二输入图像信息输入到活性测试模型,

其中,第一输入层和第二输入层分别连接到第一卷积层和第二卷积层,第一卷积层和第二卷积层分别连接到第一池化层和第二池化层,并且第一池化层和第二池化层连接到第三卷积层,

其中,所述对象的感兴趣区域与输入图像中的所述对象的所述部分不同。

20. 如权利要求19所述的活性测试计算设备,

其中,至少输入图像中的所述对象的所述部分的图像信息的像素尺寸在提取感兴趣区域之后被调整以产生第二输入图像信息,并且活性测试模型被配置为:提供指示活性确定的结果的参考值。

21. 如权利要求19所述的活性测试计算设备,其中,活性测试模型被配置为:在对来自对第一输入图像信息执行的过滤和对第二输入图像信息执行的过滤二者的结果的信息的组合执行进一步过滤之前,独立地对第一输入图像信息执行过滤以提取纹理信息并对第二输入图像信息执行过滤以提取空间信息。

22. 如权利要求19所述的活性测试计算设备,其中,活性测试模型包括:回归连接结构,其中,回归连接结构被这样配置:针对输入图像为当前帧,所述对象的活性的确定依赖于针对之前帧获得的活性测试模型的结果。

23. 如权利要求19所述的活性测试计算设备,其中,所述至少一个处理器还被配置为:基于执行的活性测试的结果,选择性地控制对活性测试计算设备的功能的访问。

24. 一种活性测试计算设备,包括:

至少一个处理器,被配置为:

提取输入图像中的检测的面部区域内的对象的感兴趣区域;

使用卷积神经网络通过向卷积神经网络的第一输入层提供感兴趣区域的图像信息作为第一输入图像信息,并至少基于通过卷积神经网络的第一卷积层从感兴趣区域的图像信息提取的纹理信息确定活性,来对所述对象执行活性测试;

基于执行的活性测试的结果选择性地控制对活性测试计算设备的其他功能的访问,

其中,所述至少一个处理器被配置为:向卷积神经网络的第二输入层提供与检测的面部区域对应的第二输入图像信息,

其中,确定活性的步骤至少基于从第一输入图像信息提取的纹理信息以及通过卷积神经网络的独立于第一卷积层的第二卷积层从第二输入图像信息提取的空间信息,

其中,第一卷积层和第二卷积层分别连接到第一池化层和第二池化层,并且第一池化层和第二池化层连接到第三卷积层,

其中,感兴趣区域与面部区域不同。

25. 如权利要求24所述的活性测试计算设备,

其中,至少所述面部区域的图像信息的像素尺寸在提取感兴趣区域之后被调整以产生

第二输入图像信息。

26. 如权利要求25所述的活性测试计算设备,其中,第三卷积层被配置为对依赖于第一卷积层过滤的结果与依赖于第二卷积层过滤的结果的组合执行过滤。

## 活性测试方法和活性测试计算设备

[0001] 本申请要求于2016年8月23日在韩国知识产权局提交的第10-2016-0106763号韩国专利申请的权益,所述专利申请的全部公开为了所有目的通过引用合并于此。

### 技术领域

[0002] 以下描述涉及一种检测对象的活性(liveness)的方法和设备。

### 背景技术

[0003] 在用户识别系统中,计算设备可基于由用户提供的认证信息来确定是否允许用户访问计算设备。例如,认证信息可包括将由用户输入的密码和用户的生物测量学信息。例如,生物测量学信息可包括与用户的指纹、虹膜和面部关联的信息。

[0004] 近来,面部反欺骗(anti-spoofing)技术已经作为用户识别系统的安全方法而吸引了越来越多的关注。面部欺骗(face spoof)可被视为一类使用图像、视频或面具的攻击,因此,可期望辨识这样的攻击或抵抗将其作为真实的接受。因此,面部反欺骗技术可确定输入到计算设备的用户的面部是虚假面部还是真实面部。例如,为了该确定,可执行诸如通过局部二元模式(LBP)、梯度方向直方图(HoG)和高斯差分(DoG)的“手工的”分析的特征的提取,以确定输入面部是虚假的还是真实的。由于这样的特征提取分析需要针对相应的环境或实施方式而手动设计每个系统,因此它们被视为“手工的”。

### 发明内容

[0005] 提供该发明内容用于以简化的形式介绍对在以下的具体实施方式中进一步描述的构思的选择。该发明内容不意在识别要求保护的的主题的关键特征或本质特征,也不意在用于帮助确定要求保护的的主题的范围。

[0006] 在一个总体方面,一种处理器实现的活性测试方法包括:从输入图像中的对象的部分提取所述对象的感兴趣区域;使用基于神经网络模型的活性测试模型对所述对象执行活性测试,其中,活性测试模型使用感兴趣区域的图像信息作为提供到活性测试模型的第一输入图像信息,并至少基于由活性测试模型从感兴趣区域的信息提取的纹理信息来确定活性;指示活性测试的结果。

[0007] 活性测试模型可使用输入图像的图像信息或输入图像的所述部分的图像信息作为提供到活性测试模型的第二输入图像信息,其中,活性测试模型也被提供第一输入图像信息,确定活性的步骤可至少基于由活性测试模型从第一输入图像信息提取的纹理信息和基于第二输入图像信息提取的空间信息。

[0008] 所述方法还可包括:在提取感兴趣区域之后,调整至少输入图像的所述部分的图像信息的像素尺寸,以产生第二输入图像信息。

[0009] 第一输入图像信息的有效分辨率可高于第二输入图像信息的有效分辨率。

[0010] 第一输入图像信息的像素尺寸可等于第二输入图像信息的像素尺寸。

[0011] 活性测试模型可包括:回归层结构,其中,回归层结构被这样配置:针对输入图像

为当前帧,所述对象的活性的确定依赖于针对之前帧获得的活性测试模型的结果。

[0012] 第一输入图像信息和第二输入图像信息可通过活性测试模型的不同输入层被输入到活性测试模型。

[0013] 活性测试模型可在对来自对第一输入图像信息执行的过滤和对第二输入图像信息执行的过滤二者的结果的信息的组合执行进一步过滤之前,独立地对第一输入图像信息和第二输入图像信息执行过滤。

[0014] 提取感兴趣区域的步骤可包括:从输入图像中的所述对象的所述部分提取包括瞳孔区域的选择部分作为感兴趣区域。

[0015] 活性测试模型可使用输入图像的在所述对象的面部区域内并包括所述选择部分的所述部分的图像信息作为提供到活性测试模型的第二输入图像信息,其中,活性测试模型也被提供第一输入图像信息,确定活性的步骤可至少基于由活性测试模型从第一输入图像信息提取的纹理信息和基于第二输入图像信息提取的空间信息。

[0016] 提取感兴趣区域的步骤可包括:从输入图像中的所述对象的所述部分提取包括两只眼睛或一只眼睛、鼻子和嘴唇中的至少两个的选择部分作为各个感兴趣区域。

[0017] 提取感兴趣区域的步骤可包括:从输入图像中的所述对象的所述部分提取包括眼睛、鼻子和嘴唇中的至少一个的各个选择部分作为感兴趣区域。

[0018] 活性测试模型可使用输入图像的在所述对象的面部区域内并包括所述选择部分的所述部分的图像信息作为提供到活性测试模型的第二输入图像信息,其中,活性测试模型也被提供第一输入图像信息,确定活性的步骤可至少基于由活性测试模型从所述各个感兴趣区域提取的纹理信息和由活性测试模型基于第二输入图像信息提取的空间信息。

[0019] 提取感兴趣区域的步骤可包括:从作为输入图像中的所述对象的所述部分的指纹区域提取一个或各个多个选择部分作为各个感兴趣区域。

[0020] 活性测试模型可使用输入图像的所述部分的图像信息作为提供到活性测试模型的第二输入图像信息,其中,活性测试模型也被提供第一输入图像信息,确定活性的步骤可至少基于由活性测试模型从所述各个感兴趣区域提取的纹理信息和由活性测试模型基于第二输入图像信息提取的空间信息。

[0021] 提取感兴趣区域的步骤可包括:从作为输入图像中的所述对象的所述部分的静脉区域提取选择部分作为感兴趣区域。

[0022] 活性测试模型可使用输入图像的所述部分的图像信息作为提供到活性测试模型的第二输入图像信息,其中,活性测试模型也被提供第一输入图像信息,确定活性的步骤可至少基于由活性测试模型从第一输入图像信息提取的纹理信息和基于第二输入图像信息提取的空间信息。

[0023] 所述方法还可包括将输入图像标准化,提取感兴趣区域的步骤可包括从标准化的输入图像提取所述对象的感兴趣区域。

[0024] 提取感兴趣区域的步骤可包括:检测输入图像中的特征点,以确定输入图像的所述部分;基于检测的特征点确定感兴趣区域。

[0025] 感兴趣区域的位置可基于活性测试将被针对执行的生物信息的类型来确定。

[0026] 所述方法还可包括:基于执行的活性测试的结果,选择性地控制对计算设备的功能的访问。

[0027] 在一个总体方面,提供一种存储指令的非暂时性计算机可读存储介质,当所述指令被处理器执行时,使处理器执行这里描述的一个或多个操作或全部操作。

[0028] 在一个总体方面,一种活性测试计算设备包括:至少一个处理器,被配置为从输入图像中的对象的部分提取所述对象的感兴趣区域,并使用基于神经网络模型的活性测试模型对所述对象执行活性测试,其中,活性测试模型使用感兴趣区域的图像信息作为提供给活性测试模型的第一输入图像信息,并被配置为至少基于由活性测试模型从感兴趣区域的信息提取的纹理信息确定活性。

[0029] 活性测试计算设备还可包括连接到所述至少一个处理器的存储器,存储器可存储活性测试模型的训练的加权信息。

[0030] 活性测试模型可被配置为:使用输入图像的图像信息或输入图像的所述部分的图像信息作为提供到活性测试模型的第二输入图像信息,其中,至少输入图像的所述部分的图像信息的像素尺寸在提取感兴趣区域之后被调整以产生第二输入图像信息,其中,活性测试模型也被提供第一输入图像信息,所述设备可被配置为提供指示活性确定的结果的参考值,确定活性的步骤可至少基于由活性测试模型从第一输入图像信息提取的纹理信息和基于第二输入图像信息提取的空间信息。

[0031] 活性测试设备还可被配置为:通过活性测试模型的不同配置的输入层将第一输入图像信息和第二输入图像信息输入到活性测试模型。

[0032] 活性测试模型可被配置为:在对来自对第一输入图像信息执行的过滤和对第二输入图像信息执行的过滤二者的结果的信息的组合执行进一步过滤之前,独立地对第一输入图像信息执行过滤以提取提取的纹理信息并对第二输入图像信息执行过滤以提取空间信息。

[0033] 活性测试模型可包括:回归层结构,其中,回归层结构被这样配置:针对输入图像为当前帧,所述对象的活性的确定依赖于针对之前帧获得的活性测试模型的结果。

[0034] 所述至少一个处理器还可被配置为:基于执行的活性测试的结果,选择性地控制对活性测试计算设备的功能的访问。

[0035] 在一个总体方面,一种活性测试计算设备包括:至少一个处理器,被配置为:提取输入图像中的检测的面部区域内的对象的感兴趣区域,使用卷积神经网络通过向卷积神经网络的第一输入层提供感兴趣区域作为第一输入图像信息,并至少基于通过卷积神经网络的第一卷积层从感兴趣区域的信息提取的纹理信息确定活性,来对所述对象执行活性测试;并且基于执行的活性测试的结果选择性地控制对活性测试计算设备的其他功能的访问。

[0036] 活性测试计算设备可为移动电话、平板或个人计算机,所述其他功能至少包括对存储在活性测试计算设备的存储器中的信息的访问。

[0037] 所述至少一个处理器可被配置为:向卷积神经网络的第二输入层提供与检测的面部区域对应的第二输入图像信息,其中,至少检测的面部区域的图像信息的像素尺寸在提取感兴趣区域之后被调整以产生第二输入图像信息,确定活性的步骤可至少基于从第一输入图像信息提取的纹理信息以及通过卷积神经网络的独立于第一卷积层的第二卷积层从第二输入图像信息提取的空间信息。

[0038] 卷积神经网络还可包括:第三卷积层,被配置为对依赖于第一卷积层过滤的结果

与依赖于第二卷积层过滤的结果的组合执行过滤。

[0039] 其他特征和方面将从以下具体实施例、附图和权利要求而清楚。

### 附图说明

[0040] 图1A至图1D是示出活性测试的示例的示图。

[0041] 图2是示出活性测试方法的示例的流程图。

[0042] 图3A至图3D是示出提取感兴趣区域的方法的示例的示图。

[0043] 图4A是示出活性测试方法的示例的示图。

[0044] 图4B是示出活性测试方法的示例的示图。

[0045] 图5和图6是示出活性测试方法的示例的示图。

[0046] 图7是示出活性测试设备的示例的示图。

[0047] 图8是示出计算设备的示例的示图。

[0048] 贯穿附图和具体实施方式,除非另外描述或提供,否则相同的附图参考标号将被理解为指代相同的或相似的元件、特征和结构。附图可不按比例绘制,为了清楚、说明和简便,附图中的元件的相对大小、比例和描绘可被夸大。

### 具体实施方式

[0049] 提供以下具体实施方式以帮助读者获得对在此描述的方法、设备和/或系统的全面理解。然而,在理解本申请的公开之后,在此描述的方法、设备和/或系统的各种改变、修改和等同物将是清楚的。例如,这里描述的操作的顺序仅为示例,并不限于在此阐述的操作的顺序,而是除了必须按照特定次序发生的操作以外可如理解本申请的公开之后将清楚的那样改变。此外,为了更加清楚和简明,本领域公知的特征的描述可被省略。

[0050] 在此描述的特征可以以不同的形式体现,而不一定被解释为局限于在此描述的示例。相反,已提供在此描述的示例仅为示出在理解本申请的公开之后将清楚的实现在此描述的方法、设备和/或系统的许多可能方式中的一些方式。

[0051] 在此使用的术语仅用于描述特定示例的目的,而不用于限制本公开。如在此使用的,除非上下文明确地另有指示,否则单数形式也意图包括复数形式。如在此使用的,术语“和/或”包括任何两个或更多个相关所列项的任何一个或任何组合。如在此使用的,术语“包括”、“包含”和“具有”指定存在所述的特征、数量、操作、元件、组件和/或它们的组合,但不排除存在或添加一个或多个其他特征、数量、操作、元件、组件和/或它们的组合。

[0052] 此外,诸如第一、第二、A、B、(a)、(b)等的术语可在这里使用以描述组件。这些术语中的每个术语不用于限定相应组件的本质、次序或顺序,而仅用于将相应组件与其他组件区分。

[0053] 贯穿本说明书,当诸如层、区域或基底的元件被描述为“在”另一元件“上”、“连接到”另一元件、或者“结合到”另一元件时,它可能直接“在”所述另一元件“上”、直接“连接到”所述另一元件、或者直接“结合到”所述另一元件,或者可能有一个或多个其他元件介于它们之间。与此相反,当元件被描述为“直接在”另一元件“上”、“直接连接到”另一元件、或者“直接结合到”另一元件时,不可能存在其他元件介于它们之间。类似地,例如“在……之间”与“直接在……之间”以及“与……相邻”与“与……直接相邻”也可如上面描述来解释。

[0054] 除非另外被定义,否则这里所使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与被本公开所属领域的普通技术人员在与对本公开的理解一致并且在理解本公开之后通常理解的含义相同的含义。术语(诸如在通用字典中所定义的术语)将被解释为具有与他们在相关领域和本公开的语境中的含义一致的含义,并且将不被解释为理想化或过于形式化的意义,除非此处明确这样定义。

[0055] 以下,参照附图详细描述示例。

[0056] 图1A至图1D是示出活性测试的示例的示意图。

[0057] 活性测试(或可互换使用的活性检测)用于检测对象是否是有生命的,例如,使用相机捕获的面部是真实面部还是虚假面部。这里描述的术语“活性”用于将有生命的对象与无生命的对象(例如,用于伪装的照片或图像和仿品)区分。根据实施例,这里描述的一个或多个活性测试可用于检测将在用户登录、移动支付、访问控制等中执行的用户认证所针对的目标的活性。活性测试可因此过滤出或阻止针对认证的尝试(例如,使用例如图像、视频、面具和仿品进行的欺骗攻击),并因此防止错误的认证。此外,活性测试是数据驱动的,相比之前的手工的欺骗防止技术,活性测试可诸如在需要较少的处理资源的情况下被更准确地实现和被更容易地获得。

[0058] 图1A是示出根据一个或多个实施例的在计算设备120上正在执行的面部识别的示例的示意图。参照图1A,活性测试设备被包括在计算设备120中,或由计算设备120表示。计算设备120通过面部识别认证尝试访问计算设备120的用户110。例如,用户110可这样尝试计算设备120中的用户验证以解锁计算设备120,计算设备120可使用图像捕获装置(例如,相机130)捕获用户110的面部图像,并分析获得的面部图像,以允许或拒绝认证用户110。计算设备120可通过将获得的面部图像与预登记图像进行比较来确定是否认证用户110。例如,计算设备120可为智能电话、可穿戴装置、平板计算机、迷你膝上型电脑(上网本)、膝上型电脑、台式电脑、个人数字助理(PDA)、机顶盒、电视(TV)、基于生物测量学的门锁、安保装置以及车辆启动装置。

[0059] 如图1A所示,当计算设备120在锁定模式下操作时,计算设备120可通过面部识别认证用户110。例如,当用户110是授权用户时,用户110可通过由计算设备120执行的面部识别取消计算设备120的锁定模式。用户110可提前将用户110的面部图像登记或存储在计算设备120中,计算设备120可在存储器或云存储器中存储通过捕获用户110的面部获得的用户110的登记面部图像。

[0060] 为解锁计算设备120,用户110可通过计算设备120捕获包括用户110的面部的至少一部分的面部图像。举另一示例,可选地,用户110可为未认证用户,并通过使用欺骗技术造成计算设备120中的错误认证来尝试解锁计算设备120。例如,未认证用户可向相机130展示打印有认证用户的面部的图像或认证用户的面部的形式的仿品,以造成错误认证。这里,活性测试设备可防止可能由这样的伪装和欺骗技术造成的错误认证。活性测试设备可检测可疑为伪装的认证尝试,并有效地防止基于伪装的错误认证。

[0061] 在一个示例中,活性测试设备可使用由相机130获得的图像的被视为对于活性测试重要的部分的信息代替图像的整个区域,来执行活性测试。例如,如图1所示,活性测试设备可提取用户的身体的感兴趣区域(或感兴趣的区域(ROI))(例如,眼睛、鼻子和嘴唇)作为面部区域140的部分或来自面部区域140内的部分,并基于提取的感兴趣区域的纹理信息对

对象执行活性测试。活性测试设备可仅使用提取的部分的信息以减少实现活性测试的活性测试模型的资源和计算量或运算量,并且更快速地检测对象的活性。这里,如果提取图像的整个区域而不是感兴趣区域,则与选择性地考虑这样的感兴趣区域的上述活性测试设备方法相比,相应的图像数据可能需要被下采样到用于活性测试分析的较低的像素分辨率,或者全分辨率的全部整个区域的计算可能需要过多处理资源并且不能够被实时实现,其中,上述活性测试设备方法可使用较少的处理资源,因此可用于移动装置,并可被实时实现。此外,这样的整个区域分析方法可导致比上述活性测试设备方法更低的准确度,这是因为整个区域分析方法由于较低的像素分辨率而仅能够考虑空间信息,而上述活性测试设备方法可考虑纹理和空间特征信息。

[0062] 在另一示例中,活性测试设备还可使用图像的更大部分的信息或由相机130获得的另一图像的信息来执行活性测试,因此除了基于感兴趣区域的纹理信息以外,活性测试设备还可基于面部区域140中指示的对象的全局形状信息来执行活性测试。例如,对象的全局形状信息可集中于(或限制于)提取感兴趣区域的身体区域的形状信息,但实施例不限于此。因此,活性测试设备可基于使用来自捕获图像内的全局区域和提取的感兴趣区域二者的信息的形状信息和纹理信息来更准确地检测活性。

[0063] 在另一示例中,活性测试设备可基于在面部区域140中指示的对象的纹理、形状和基于时间流逝的运动特性来执行活性测试。活性测试设备可从面部区域140内提取至少一个感兴趣区域,并基于感兴趣区域的纹理信息、面部区域140中指示的形状信息以及对象的基于时间流逝的运动信息来检测活性。基于这样各种类型的信息,活性测试设备可更准确地检测对象是虚假的还是真实的。根据纹理、形状和基于时间流逝的运动在虚假的对象和有生命的对象之间可存在差异,因此活性测试设备可确定这样的差异并使用确定的差异更准确地确定对象的活性。

[0064] 例如,为了对对象执行活性测试,活性测试设备可使用基于神经网络的活性测试模型。活性测试模型是指可基于输入信息输出指示对象的活性的参考值的模型。活性测试模型可诸如通过基于训练数据被预训练来直观地确定对象的活性,并因此是数据驱动的。活性测试设备可基于从活性测试模型输出的参考值确定对象是虚假的对象还是有生命的对象。例如,输出的参考值可为指示对象为虚假的对象或有生命的对象的概率的概率值,或例如仅为对应的二元分类指示(binary classification indication)。

[0065] 当活性测试设备确定由相机130捕获的用户110的面部不是虚假的面部而是真实的面部时,计算设备120可随后通过将获得的面部图像与预登记图像进行比较来执行进一步的用户认证,以诸如通过使用进一步的面部识别操作来确定用户110是否为登记用户。当用户认证成功时,用户110可成功地解锁计算设备120。相反,当用户认证不成功时,用户110可不解锁计算设备120并且计算设备120可继续在锁定模式下操作。当活性测试设备确定由相机130捕获的用户110的面部是虚假的时,计算设备120可不进行进一步的用户认证,因此不执行面部识别,而可拒绝用户110访问计算设备120。

[0066] 根据这里描述的示例,更准确地检测对象的活性可降低可由伪装造成的错误认证的概率。此外,基于检测活性的结果,是否执行包括面部识别的进一步的用户认证可首先被确定,因此进一步的用户认证所需的资源和功耗可被减少。

[0067] 图1B是示出虹膜识别的示例的示图。参照图1B,计算设备120通过虹膜识别来认证

尝试访问计算设备120的用户110。用户110的虹膜区域被相机130或虹膜识别传感器选择性地捕获或裁切,计算设备120通过使用活性测试模型分析获得的图像中的虹膜区域的生物测量学信息,来允许或拒绝认证用户110。如图1B所示,活性测试设备检测获得的图像中的至少一个眼睛区域(例如,眼睛区域150和眼睛区域160),提取包括眼睛区域150和160并小于全部面部的感兴趣区域,并基于提取的感兴趣区域的信息检测用户110的活性。

[0068] 图1C是示出指纹识别的示例的示图。参照图1C,计算设备120通过指纹识别来认证尝试访问计算设备120的用户110。用户110的指纹通过相机或指纹识别传感器被捕获。例如,如图1C所示,当用户110触摸显示器125时捕获指纹,通过嵌入在主页按钮170中的指纹识别传感器捕获指纹,或以其他方式捕获指纹。计算设备120通过使用活性测试模型分析获得的指纹图像中的指纹图案的生物测量学信息,确定是否认证用户110。这里,活性测试设备可提取感兴趣区域,并基于小于全部指纹区域的提取的感兴趣区域的信息检测用户110的活性,其中,在感兴趣区域中,指纹图案的特性从指纹图像是明显的。

[0069] 图1D是示出静脉图案识别(VPR)的示例的示图。参照图1D,被提供为手表型的可穿戴装置的计算设备180通过VPR,来认证尝试访问计算设备180的用户110。例如,当用户110在用户110的手腕周围穿戴计算设备180,并尝试认证以访问计算设备180时,嵌入在计算设备180中的光源可向用户110的皮肤发射红外光,由用户110的静脉中的血红蛋白反射的红外光可被记录在嵌入在计算设备180中的电荷耦合器件(CCD)相机中。计算设备180可通过使用活性测试模型分析在由CCD相机捕获的静脉图像中指示的血管图案的生物测量学信息,来确定是否认证用户110。这里,活性测试设备可提取感兴趣区域,并基于小于全部静脉图像的提取的感兴趣区域的信息来检测尝试认证的用户110的活性,其中,在感兴趣区域中,血管图案的特性从获得的静脉图像是明显的。

[0070] 以下,将参照附图更详细地描述由活性测试设备对对象执行活性测试的方法。

[0071] 图2是示出活性测试方法的示例的流程图。

[0072] 参照图2,在操作210,活性测试设备接收输入图像。输入图像可包括静态图像或视频图像中的至少一个,其中,视频图像包括多个图像帧。例如,输入图像可为彩色图像、黑白图像或红外图像。例如,输入图像可包括用户的面部、虹膜、指纹和静脉的生物测量学信息。例如,在虹膜识别中,通过捕获虹膜区域获得的红外图像可被输入到活性测试设备。

[0073] 在操作220,活性测试设备可将输入图像标准化。例如,在接收到输入图像之后,活性测试设备可将输入图像旋转、放大或缩小或者裁切。代替旋转、放大或缩小或者裁切,或者除了旋转、放大或缩小或者裁切以外,活性测试设备还可对输入图像执行各种图像预处理方法。例如,这样的图像预处理方法可包括亮度或颜色的转换、伪影或模糊的去除。根据实施例,操作220可包括在活性测试方法中或可不包括在活性测试方法中,或者操作220可被选择性地执行。

[0074] 在操作230,活性测试设备从输入图像或标准化的输入图像提取对象的感兴趣区域。将被提取的对象的感兴趣区域的形状和大小可不限于特定形状和大小,而作为图像的一部分并代表图像化的对象的一部分。感兴趣区域是指这样的对象的区域,该区域可对于基于生物测量学信息的类型或生物测量学认证的类型对对象的活性测试是有用的,并且感兴趣区域包括被确定为或预先确定为在对象的活性的确定中有重要意义的特征。例如,在面部识别中,活性测试设备可从输入图像中的用户的整个图像化面部区域,提取包括眼睛、

鼻子和嘴唇中的至少一个的对象的至少一部分作为感兴趣区域。在一个示例中,例如,感兴趣区域可被确定为基本上仅分别包括示例的一只眼睛、鼻子或嘴唇。对于面部识别,当由活性测试设备的活性测试模型做出活性确定时,与其他面部区域相比,例如,用户的鼻子区域、眼睛区域和嘴唇区域可提供用于确定用户的活性的有价值线索。

[0075] 举另一示例,在虹膜识别中,活性测试设备可从输入图像中的用户的眼睛区域提取包括瞳孔区域的部分作为感兴趣区域。例如,提取的感兴趣区域可被确定为基本上仅包括眼睛区域的瞳孔区域。对于虹膜识别,在瞳孔区域中出现的角膜反射和角膜反射的相邻区域的图像信息可提供用于确定用户的活性的线索。

[0076] 在一个示例中,活性测试设备可检测输入图像中的面部的特征点(诸如,例如,面部界标(facial landmark)),并基于检测的特征点确定感兴趣区域。活性测试设备可基于特征点检测例如输入图像内的全局区域,并基于在全局区域内检测的特征点提取感兴趣区域。全局区域可为比输入图像的整个区域小但比感兴趣区域大的区域。例如,在面部识别中,排除了背景区域的面部区域可被检测为全局区域。例如,全局区域的全局图像可被确定为基本上仅包括面部区域,感兴趣区域的感兴趣图像为全局图像内的部分。举另一示例,在虹膜识别中,眼睛区域可被检测为全局区域。例如,眼睛区域可被确定为基本上仅包括一只眼睛或两只眼睛。这里,可从示例的全局区域排除包括例如鼻子、嘴唇和眉毛的其他面部组成区域。活性测试设备还可使用视觉显著区域(visually salient region)检测方法来确定输入图像中的感兴趣区域。然而,示例不限于此。

[0077] 举另一示例,在指纹识别中,活性测试设备可从包括指纹图案的输入图像,提取来自包括选择指纹区域的指纹图案的部分作为感兴趣区域。例如,活性测试设备可提取指纹区域的选择部分作为感兴趣区域,其中,在选择部分中,指纹图案的改变被确定为明显的。例如,活性测试设备可从输入图像中的整个指纹区域,提取特征点(例如,脊的终点、分叉点、中心点和三角点)集中的部分作为感兴趣区域。

[0078] 举另一示例,在VPR中,活性测试设备可从包括静脉分布图案的输入图像,提取包括静脉区域的部分作为感兴趣区域。例如,活性测试设备可从输入图像中的整个手部区域或静脉分布图案提取包括手腕的静脉图案的部分作为感兴趣区域,或者提取静脉分布图案中的血管的末端和分叉点之一密集地分布在静脉分布图案中的部分作为感兴趣区域。

[0079] 在操作240,活性测试设备基于感兴趣区域对对象执行活性测试。活性测试设备可使用基于神经网络模型的活性测试模型对对象执行活性测试,其中,活性测试模型使用感兴趣区域的图像信息作为输入。感兴趣区域的图像信息因此可包括纹理信息作为包括在感兴趣区域中的像素的像素值(例如,各自的颜色值和亮度值)。活性测试模型可通过监督学习方法被预训练并执行非线性映射,因此可在活性测试中如期望地执行区分差异。

[0080] 在一个示例中,活性测试模型可使用感兴趣区域的图像信息作为输入,活性测试设备可基于活性测试模型的输出值确定对象的活性。活性测试设备可通过基于输入图像的部分感兴趣区域代替整个区域执行活性测试,来减少资源消耗和计算量或运算量。因此,当被训练时,活性测试模型可基于感兴趣区域中所指示的直观地观察的局部纹理信息来输出用于指示活性的参考值。

[0081] 在另一示例中,活性测试模型可使用感兴趣区域的图像信息作为第一输入,并使用大小被调整的输入图像的图像信息作为第二输入。例如,感兴趣区域的图像信息的大小

或维度可诸如通过从输入图像裁切感兴趣区域而被保持,然后输入图像的大小或尺寸可被调整为与感兴趣区域的大小或维度相同,这可导致输入图像的原始分辨率的重新缩放或下采样。因此,感兴趣区域的有效分辨率可大于(或高于)改变大小的输入图像的有效分辨率。大小被调整的输入图像的图像信息可包括可能对活性测试有利的形状信息。输入图像可对应于前述的例如小于整个捕获图像的全局图像。因此,与之前的方法相比,能够使用身体的可提供活性线索的诸如具有最高的捕获分辨率的感兴趣区域,因而针对每个输入图像,指示信息的纹理可通过活性测试模型被保持并且是可辨别的。此外,虽然整个输入图像或全局图像可被缩小或下采样,但是至少空间特征可从每个输入图像被考虑。因此,如在下面的图4B的示例中所示,针对单个输入图像,通过考虑感兴趣区域和输入图像或全局图像,纹理和空间特征二者可被活性测试模型观察和考虑。类似地,如在下面的图4A的示例中所示,针对单个图像,通过考虑具有足够分辨率的感兴趣区域,感兴趣区域的纹理可被活性测试模型考虑。由于感兴趣区域已经被活性测试设备确定为提供关于活性的线索的选择区域,因此选择感兴趣区域的分辨率可针对这样的选择感兴趣区域的纹理分析而被保持(例如,独立于可对或可不对未保持分辨率的输入图像执行的选择空间分析或纹理分析),从而在没有过度计算需求的情况下对输入图像执行活性测试分析。活性测试模型可基于感兴趣区域中指示的局部纹理信息和大小被调整的输入图像中指示的全局形状信息,来输出用于指示活性的参考值。

[0082] 活性测试模型可输出输入图像中的对象为虚假的对象的第一概率值和输入图像中的对象为有生命的对象的第二概率值中的至少一个作为参考值。活性测试设备可基于参考值确定输入图像中的对象是有生命的还是虚假的。例如,当第一概率值被提供作为活性测试模型的输出时,活性测试设备可响应于第一概率值大于阈值来确定对象为虚假的对象,并响应于第一概率值小于或等于该阈值来确定对象为有生命的对象。举另一示例,当第二概率值被提供作为活性测试模型的输出时,活性测试设备可响应于第二概率值大于阈值来确定对象为有生命的对象,并响应于第二概率值小于或等于该阈值来确定对象为虚假的对象。举另一示例,当第一概率值和第二概率值二者被提供作为活性测试模型的输出时,活性测试设备可基于第一概率值与第二概率值之间的关系式来确定最终概率值,并通过将最终概率值与阈值进行比较来确定对象是虚假的还是有生命的。这里,第一概率值和第二概率值可不为逆关系(inverse relation)(例如,诸如,它们的总和表示100%的概率确定),而是第一概率值和第二概率值可由活性测试模型单独地确定,因此,第一概率值和第二概率值的总和可表示小于、等于或大于这样的100%的概率确定。

[0083] 在另一示例中,活性测试设备可基于由活性测试模型随时间执行的计算从而将时间特性体现在活性确定中,来在当前时间确定对象的活性。例如,活性测试模型可包括神经网络模型的多个层之中形成的至少一个回归连接结构(recurrent connection structure)。通过这样的回归连接结构,在之前的时间计算的一个层的输出值可诸如通过反馈连接、上下文节点(context nodes)、短期存储器(short term memory)或门控节点(gated nodes)而被用作当前时间的该层或另一层的输入值,并因此影响当前时间的输出。这样的回归连接可被加权或不加权。具有这样的回归连接结构的活性测试模型可适合于执行考虑连续图像帧的活性测试。在每次对每个图像帧执行活性测试时,从图像帧提取的感兴趣区域的图像信息和大小被调整的该图像帧的图像信息可被单独输入,基于之前图像帧

执行的内部计算可影响针对当前图像帧的活性测试的结果。在这样的情况下,除了感兴趣区域中指示的局部纹理信息和图像帧中指示的全局形状信息之外,活性测试设备还可基于时间连续的图像帧中的对象的运动特性对对象直观地(即,基于活性测试模型的训练)执行活性测试。这里,当由示例的神经网络执行这样的计算时,内部计算可为对神经网络的不同层的节点之间的连接的权重的用途,也可以为每个节点的运算和驱动功能。在训练期间,神经网络的这样的权重和超参数(hyper-parameter)可被选择性地调整,直到活性测试模型被训练为止。神经网络的输出层可为神经网络的最终层,例如,最终层具有例如通过柔性最大传递函数(softmaxfunction)穿过所有输出节点而分别执行概率分布运算的节点。例如,示例的神经网络可具有两个输出节点,这两个输出节点的输出分别为前述的第一概率值和第二概率值。当神经网络针对期望的纹理、全局或时间考虑而被适当训练时,神经网络随后可基于神经网络内的节点之间的不同连接的训练的权重以及神经网络的内部连接和架构(诸如,具有神经网络的可具有回归连接结构的部分的架构)对输入图像数据直观地执行活性测试。此外,仅作为示例,训练可包括:在神经网络的一个或多个选择层与其他层或剩余层被共同训练之前,针对这样的一个月或多个选择层的整个训练或针对这些层的中间训练,独立于对其他层执行的训练操作,对这样的层执行训练操作。这里,虽然已经讨论示例的活性测试神经网络的这样的回归和输出结构,但是下面将进一步更详细地讨论神经网络的其他层结构。

[0084] 图3A是示出在面部图像310输入到活性测试设备时提取感兴趣区域的方法的示例的示图。参照图3A,活性测试设备检测面部图像310中的面部区域320。在一个示例中,活性测试设备检测面部图像310中的界标,并检测包括检测的界标的边界区域作为面部区域320。可选地,活性测试设备可使用Viola-Jones检测器来检测面部区域320,但示例不限于这个特定示例。在一个示例中,面部区域320可被确定为基本上仅包括诸如排除背景信息(即,超出对象或不同于对象的信息)的面部区域320。活性测试设备然后从面部区域320提取感兴趣区域(例如,眼睛区域322和324、鼻子区域326和嘴唇区域328)以执行活性测试。例如,感兴趣区域可包括眼睛区域322和324、鼻子区域326和嘴唇区域328。活性测试设备可基于界标的位置或使用视觉显著区域检测方法提取感兴趣区域322、324、326和328。在另一示例中,活性测试设备在不检测面部图像310中的面部区域320的情况下提取感兴趣区域322、324、326和328。

[0085] 图3B是示出在眼睛图像330输入到活性测试设备时提取感兴趣区域的方法的示例的示图。这里,例如,眼睛图像330可被确定为基本上仅包括诸如排除背景信息的一只眼睛、双眼或面部区域。参照图3B,活性测试设备检测眼睛图像330中的眼睛区域335。在一个示例中,活性测试设备基于在眼睛和眼睛周围的区域中检测的界标来检测眼睛区域335。例如,活性测试操作可包括从眼睛图像检测界标,以及基于检测的界标检测眼睛和眼睛周围的区域。活性测试设备然后从眼睛区域335内,以包括瞳孔区域340的局部块(local patch)的形式提取感兴趣区域345。例如,活性测试设备可在界标检测期间基于仅作为示例的检测的界标或圆边检测器来检测瞳孔区域340,并确定包括检测的瞳孔区域340的感兴趣区域345。例如,感兴趣区域345可被确定为基本上仅包括瞳孔区域340。例如,瞳孔区域340可包括从自然形成或人工形成的光源产生的检测的角膜反射350。角膜反射350和角膜反射350周围的区域的信息可提供用于确定对象的活性的线索。

[0086] 图3C是示出在指纹图像360输入到活性测试设备时提取感兴趣区域的方法的示例的示图。参照图3C,活性测试设备从检测的指纹图像360中的指纹的脊图案提取特征点,例如,终点362、分叉点364、中心点366和三角点368。这样的特征点的分布的图案和形状可提供用于确定对象的活性的信息。因此,活性测试设备可将指纹图案内的特征点相比于指纹图案的其他区域高度集中的选择区域,确定为感兴趣区域370。

[0087] 图3D是示出在检测的或捕获的静脉图像380输入到活性测试设备时提取感兴趣区域的方法的示例的示图。参照图3D,活性测试设备从静脉图像380提取静脉图案。活性测试设备提取静脉图案中的特征点(例如,血管的端点和分叉点),并将静脉图案的整个区域的区别于静脉图案的其他区域的特征点高度集中的选择部分,确定为感兴趣区域390。

[0088] 图4A是示出活性测试方法的示例的示图。

[0089] 参照图4A,活性测试设备检测输入图像中的全局区域410,并从全局区域410以局部路径形式提取感兴趣区域420。在虹膜识别中,活性测试设备检测指示输入图像中的选择眼睛区域的全局区域410,并从全局区域410提取包括瞳孔区域的感兴趣区域420。例如,当全局区域410的大小为 $200 \times 200$ 像素尺寸时,当活性测试设备从全局区域410提取感兴趣区域420时,结果可为包括来自全局区域410的瞳孔区域的 $64 \times 64$ 像素尺寸的图像。举另一示例,活性测试设备可在不检测全局区域410的情况下从输入图像立即提取感兴趣区域420。活性测试设备可在没有分辨率调整的情况下提取感兴趣区域420,或者可根据活性测试设备的输入所期望的像素维度来执行轻微分辨率增强或缩小。活性测试设备还可在没有分辨率调整的情况下可选地控制提取的感兴趣区域中的瞳孔的比例,因此提取的感兴趣区域420的最终像素维度对应于活性测试设备所期望的像素维度。作为示例,提取的感兴趣区域420可作为矩阵(例如,像素的列和行对应于矩阵的元素的列和行)被输入到活性测试设备,或作为针对每个像素具有示例红色、绿色和蓝色像素值被分别反映在三维盒(three-dimensional box)的深度中的三维盒被输入到活性测试设备。

[0090] 活性测试设备使用训练的基于深度卷积神经网络(DCNN)模型的活性测试模型430,从感兴趣区域420的图像信息获得对对象执行的活性测试的结果。DCNN模型的层可基于每层的功能被分类,并且DCNN模型可包括:被配置为通过对输入图像执行的卷积提取特征的卷积层、被配置为执行抽象化以将来自前一层的多个像素或值映射为单个像素或值的池化层、以及被配置为将从更低层传递的特征分类的全连接层。全连接层可包括多个全连接层。可存在例如对来自前一层的连接结果分别执行卷积过滤的多个卷积层,例如,多个卷积层均输出维度可取决于对应的卷积层的过滤器大小的三维盒。此外,可存在与每个卷积层的加权连接,该加权连接与对应的卷积层的每个像素对应并针对每个对应的卷积层的过滤器。通过遍及每个卷积层中的多个像素的多个过滤器的卷积,由于每个卷积层的各自的配置,输入(来自前一层或输入层)的图像的区别特征可被识别。例如,DCNN还可包括多个池化层,每个池化层可分别将来自前一层的输入像素或三维盒分别下采样(诸如,不加权)。在图4A的示例中,基于DCNN模型的活性测试模型430因而示出示例的第一卷积层,然后接下来的第一池化层的操作由散细线表示,其中,从第一卷积层输出的三维盒被下采样为更小的三维盒,并被提供给第二卷积层,第二卷积层的输出被提供给第三卷积层。接下来的第二池化层的操作再次由散细线表示,其中,下采样的三维盒然后被提供给第四卷积层,第四卷积层的输出被提供给第五卷积层,第五卷积层的输出被第三池化层再次下采样并被提供给示

出的第六卷积层。第六卷积层连接到示出的全连接层,全连接层最终连接到示出的两个输出节点的输出层。然后示出的输出层的节点的输出可被提供作为示出的测试结果。通过训练基于DCNN模型的活性测试模型430,不同层之间的加权连接可被设置。例如,基于DCNN模型的活性测试模型430可在通过多次迭代调整加权的情况下(诸如,通过反向传播(backpropagation)训练)基于若干样本训练图像(例如,使用这样的感兴趣区域提取、全局区域提取以及时间应用的样本训练图像)被训练,直到基于DCNN模型的活性测试模型430在有生命的输入图像与无生命的输入图像之间进行准确地辨别为止。因此,基于DCNN模型的活性测试模型430可通过使用卷积层、池化层和全连接层的内部计算和操作基于输入到活性测试模型430的图像信息,来提供将用于确定对象的活性的信息。这里省略DCNN模型的结构和功能的进一步详细描述,但是注意,替换的配置也是可用的。此外,DCNN模型仅被提供作为说明性示例,活性测试模型430可基于除了DCNN模型之外的结构的替换的神经网络模型。此外,通过重复至少另一输入层、另一第一卷积层、另一第一池化层、以及与上述提到的第一池化层的结果组合的该另一第一池化层的结果,更多感兴趣区域可被同时评估用于相同活性确定(诸如,以下图4B中所讨论的关于组合缩小图像440的卷积结果与感兴趣区域的卷积结果)。

[0091] 图4B是示出活性测试方法的另一示例的示意图。

[0092] 参照图4B,与图4A所示的示例类似,活性测试设备检测输入图像中的全局区域410并从全局区域410提取感兴趣区域420。此外,活性测试设备产生通过缩小全局区域410的大小而得到的缩小图像440。例如,当全局区域410的大小为 $200 \times 200$ 像素尺寸时,活性测试设备可通过图像裁切从全局区域410提取 $64 \times 64$ 像素尺寸的感兴趣区域420,并通过子采样从全局区域410产生 $64 \times 64$ 像素尺寸的缩小图像440。这里,尽管缩小图像440的有效分辨率由于全局区域的缩小或下采样而小于全局区域410的有效分辨率,但是感兴趣区域420的有效分辨率可被保持,例如,等于全局区域410的有效分辨率。因此,由于全局区域的缩小或下采样,缩小图像440包括比原始全局区域410少的信息和细节,但仍然展示全局区域的空间信息。例如,与用户的整个捕获图像相比,感兴趣区域420可用于在减小计算量或运算量的同时识别微小的纹理差异;再次与如果对用户的整个捕获图像执行这样的测试相比,缩小图像440可用于在减小计算量或运算量的同时识别总体形状差异。可选地,活性测试设备可在不检测全局区域410的情况下从输入图像立即提取感兴趣区域420,并通过缩小输入图像产生缩小图像440。

[0093] 感兴趣区域420的图像信息和缩小图像440的图像信息通过基于DCNN模型的活性测试模型450的不同的输入层被输入到活性测试模型450。与上面类似,缩小图像440可被输入到与第七卷积层连接的输入层,第七卷积层的输出被第四池化层下采样并被提供给第二卷积层。第四池化层可将第七卷积层输出的三维盒下采样,使得下采样的三维盒在维度上与例如由第一池化层提供的下采样的三维盒匹配。例如,这两个下采样的三维盒因此均可具有与第二卷积层的连接,诸如,相似位置的元素连接到第二卷积层的相同节点以实现元素级的汇总。在这个示例中,例如,第一卷积层可具有选择卷积结构并被训练用于提取感兴趣区域420的特定特征,因此第一卷积层可具有与第七卷积层不同的结构和/或与第七卷积层不同地被训练。第一卷积层和第七卷积层还可如上所述使用感兴趣区域420和对应的缩小图像440被一起训练。因此,仅作为一个示例,第一卷积层对感兴趣区域420的卷积过滤

与第七卷积层对缩小图像440的卷积过滤可不同。为了最后的活性检测确定,每个随后的卷积层还可具有例如与活性测试模型450的其余的非卷积层组合的不同的结构和目标。这类地可用于活性测试模型450的卷积层和非卷积层。此外,类似的或相同的卷积过滤器还可被包括在不同的卷积层中。因此,活性测试设备基于输入了感兴趣区域420的图像信息和缩小图像440的图像信息的活性测试模型450的输出值,来确定对象的活性。

[0094] 可选地,未被缩小的全局区域410的图像信息或输入图像的图像信息可作为输入被输入到活性测试模型450,感兴趣区域420的图像信息可作为另一输入被输入到活性测试模型450。活性测试模型450可基于输入图像信息输出测试的结果以确定对象的活性。

[0095] 图5是示出活性测试方法的另一示例的示图。

[0096] 活性测试设备可对时间连续的图像帧执行活性测试。因此,除了每个图像帧中指示的纹理特性和形状特性之外,活性测试设备还可进一步根据对象的基于图像帧中指示的时间流逝的运动特性来对对象执行活性测试。除了图像帧的空间特性(诸如,纹理特性和形状特性)之外,活性测试设备还可通过基于时间特性(诸如,对象的运动特性)确定活性,来更准确地检测对象的活性。

[0097] 参照图5,在阶段512,活性测试设备接收第一图像帧。活性测试设备在阶段514检测全局区域,并在阶段516从全局区域提取感兴趣区域。在阶段540,活性测试设备使用活性测试模型对第一图像帧中的对象执行活性测试。例如,感兴趣区域的图像信息和通过缩小全局区域得到的缩小图像的图像信息可被输入到活性测试模型。

[0098] 随后,第二图像帧(第一图像帧的随后的图像帧)被输入到活性测试设备,并且活性测试设备对第二图像帧中的对象执行活性测试。在阶段522至阶段526,活性测试设备接收第二图像帧并从第二图像帧检测全局区域,并从检测的全局区域提取感兴趣区域。在阶段540,除了感兴趣区域的图像信息和通过缩小全局区域得到的缩小图像的图像信息之外,活性测试设备还基于来自第一图像帧的由活性测试模型执行的计算来对第二图像帧中的对象执行活性测试。活性测试设备针对每个随后的图像帧重复前面描述的阶段,以通过阶段532、阶段534、阶段536和阶段540对第N图像帧执行活性测试。

[0099] 活性测试模型可使用前述的回归连接结构实现这个时间考虑,其中,在所述的回归连接结构中,活性测试模型针对随后的图像的随后操作如同具有之前的操作和之前的图像的记忆或上下文一样来操作。例如,利用这样的回归连接结构,活性测试模型的在对前一图像帧执行的前一活性测试操作中得到的计算值可影响将对当前图像帧执行的活性测试。如上所述,在神经网络示例中,仅作为示例,回归结构可由连接回同一层、反馈到前一层、提供到上下文层(context layer)的一个层的节点或用于随后输出的节点的输出来表示,或者通过具有短期或门控记忆的节点来实现。活性测试模型的回归连接结构可基于示例而变化。例如,基于回归连接结构的形状,将对当前图像帧执行的活性测试的结果可仅受以下结果的影响:对一个之前图像帧、选择数量的之前图像帧执行的活性测试的结果、或者对在之前的时间存在的或从之前的时间开始存在的所有图像帧执行的活性测试的结果影响。

[0100] 图6是示出参照图5描述的活性测试方法的示例的示图。

[0101] 参照图6,与图4B示出的示例类似,活性测试设备检测输入图像(例如,图像帧)中的全局区域410,并从全局区域410提取感兴趣区域420。此外,活性测试设备产生通过缩小全局区域410的大小得到的缩小图像440。可选地,活性测试设备在不检测全局区域410的情

况下从输入图像立即提取感兴趣区域420,并通过缩小输入图像产生缩小图像440。

[0102] 感兴趣区域420的图像信息和缩小图像440的图像信息可通过活性测试模型610的不同输入层被输入到活性测试模型610。活性测试设备使用活性测试模型610从感兴趣区域420的图像信息和缩小图像440的图像信息获得对对象执行的活性测试的结果。因此,除了图4A和图4B的配置之外,图6的示例的全连接层除了包括两个输出层之外还可包括包含上面示例的回归结构的多个全连接层。活性测试模型610可具有这样的回归连接结构:在该回归连接结构中,针对之前帧的感兴趣区域420和缩小图像440的活性测试模型610的之前计算值被输入到在当前时间正针对当前帧的感兴趣区域420和缩小图像440实施活性测试的活性测试模型610的层。因此,以神经网络结构提供的活性测试模型610可包括:被配置为提取每个图像帧的纹理特征的一个或多个层、被配置为提取每个图像帧的空间特征的一个或多个层、以及被配置为提取对象的随时间改变的时间特征的一个或多个层,并且活性测试模型610可基于通过对应的层获得的全部的纹理特征、空间特征和时间特征来执行活性测试。

[0103] 图7是示出活性测试设备700的示例的示图。活性测试设备700可对输入图像中的对象执行活性测试,并输出活性测试的结果。参照图7,活性测试设备700包括处理器710和存储器720。

[0104] 处理器710执行参照图1A至图6描述的一个或多个或者全部的操作或阶段。例如,处理器710可从输入图像提取感兴趣区域,并使用利用感兴趣区域的图像信息作为第一输入的活性测试模型对输入图像中的对象执行活性测试。根据示例,除了感兴趣区域的图像信息之外,活性测试模型还可使用全局区域或全局图像的缩小图像的图像信息作为第二输入。活性测试模型可具有受之前帧的之前计算的结果影响的回归连接结构。

[0105] 当输入图像中的对象被确定为虚假的对象时,处理器710可产生与活性测试中的失败对应的信号。在这种情况下,对象的识别或认证可被立即确定为不成功,处理器710可停止认证操作,并因此不对对象实施进一步的识别或认证(诸如,用户的完整面部识别)。相反,当输入图像中的对象被确定为有生命的对象时,处理器710可产生与活性测试中的成功对应的信号。在这种情况下,处理器710可诸如通过使用用于面部识别的先前捕获的图像或可捕获新图像,来对对象实施进一步的识别或认证。可选地,如果输入图像中的对象被确定为有生命的对象,则处理器710可不实施进一步的识别或认证,而仅使用户能够使用处理器的更多功能,使用户能够获取对限制或控制区域的使用权,或使用户能够使用金融服务或授权支付(诸如,通过由处理器710表示的移动支付系统的授权支付)。如所提到的,当对象的活性被确定时,可对对象执行用于进一步识别或认证的一系列阶段。然而,当对象的活性未被确定时,可不对对象执行这样的进一步的识别或认证,并且所有阶段可被终止。此外,处理器710可执行活性测试模型(诸如,上面讨论的基于DCNN模型的活性测试模型)的训练。例如,可基于从标记的训练数据图像捕获来自输入图像或这样的输入图像的确定的全局图像的这样的感兴趣区域,通过反向传播训练基于DCNN模型的活性测试模型,来执行训练。仅作为非限制性示例,训练数据可包括活性测试设备700的用户的图像(例如,有生命的图像)和/或来自一般集合的人群和/或选择组的人群的对应的预分类/标记的训练图像。

[0106] 根据实施例,处理器710可被实现为多个逻辑门的阵列,或具有其他硬件处理配置。仅作为示例,处理器710可包括多个处理器核,或由多处理器集群系统表示,或者处理器

710可为多核图形处理器(GPU),再次注意,替代物是可用的。

[0107] 存储器720存储用于执行参照图1A至图6描述的一个或多个或全部的操作或阶段的指令,和/或存储由活性测试设备700执行的计算的结果。存储器720可包括非暂时性计算机可读介质(例如,高速随机存取存储器(RAM)和/或非易失性计算机可读存储介质(例如,至少一个磁盘存储装置、闪存装置或其他非易失性固态存储器装置))。此外,存储器720可存储如上讨论的活性测试模型的参数,诸如,用于基于DCNN模型的活性测试模型的预训练权重。

[0108] 图8是示出计算设备800的示例的示意图。

[0109] 计算设备800可对输入图像中的对象执行活性测试,并执行用户认证。计算设备800可包括参照图7描述的活性测试设备700的功能。参照图8,例如,计算设备800包括处理器810、存储器820、相机830、存储装置840、输入装置850、输出装置860和网络接口870。

[0110] 处理器810执行功能并运行指令,以在计算设备800中操作。例如,处理器810处理存储在存储器820或存储装置840中的指令。处理器810被配置为执行上面参照图1A至图6描述的一个或多个或全部的操作或阶段。此外,处理器810被配置为控制计算设备800的其他功能。例如,计算设备可为移动装置(诸如,移动电话、平板或个人计算机),因此处理器810还被配置为实现计算设备800的其他典型功能。

[0111] 存储器820将信息存储在计算设备800中。存储器820包括计算机可读存储介质或计算机可读存储装置。例如,存储器820可包括RAM、动态RAM(DRAM)、静态RAM(SRAM)以及这里描述的示例所属领域中公知的其他类型的非易失性存储器。此外,存储器820还代表多个这样类型的存储器。存储器820还存储将由处理器810执行的指令,并存储在由计算设备800执行的软件或应用的操作期间的相关信息。

[0112] 相机830获取静态图像、视频图像或以上图像二者。在一个示例中,相机830捕获由用户输入的用于用户认证的面部区域或虹膜区域。此外,如上所述,相机830还可在计算设备800的其他功能期间(诸如,当作为个人相机操作时)被处理器810控制。

[0113] 存储装置840包括计算机可读存储介质或计算机可读存储装置。存储装置840存储比存储器820更大量的信息,并且将信息存储较长时间。例如,存储装置840包括磁性硬盘、光盘、闪存、电可擦除可编程只读存储器(EPROM)、软盘以及这里描述的示例所属领域中公知的其他类型的非易失性存储器。

[0114] 输入装置850接收来自用户的输入,例如,触觉输入、视频输入、音频输入以及触摸输入。例如,输入装置850检测来自键盘、鼠标、触摸屏、麦克风、指纹读取器、视网膜扫描仪以及用户的输入,并且输入装置850包括被配置为将检测的输入传递到计算设备800的另一装置。

[0115] 输出装置860通过视觉、音频或触觉通道向用户提供计算设备800的输出。例如,输出装置860包括液晶显示器(LCD)、发光二极管(LED)显示器、触摸屏、扬声器、振动产生器或被配置为向用户提供输出的另一装置。

[0116] 网络接口870通过有线或无线网络与外部装置通信。例如,网络接口870包括以太网卡、光收发器、射频收发器或被配置为发送或接收信息的另一网络接口卡。网络接口870使用蓝牙、WiFi或第三代(3G)、第四代(4G)或第五代(5G)通信方法与外部装置通信。网络接口870还可包括近场收发器等。例如,通过在用户的认证时的处理器810的控制,近场收发器

可诸如利用由近场收发器发送的合适的移动支付指令将支付认证发送到外部终端。此外，处理器810可控制网络接口870例行检查活性测试模型的更新，并在存储器820中请求、接收和存储活性测试模型的更新的参数或系数。例如，当活性测试模型为上面示例的基于DCNN模型的活性测试模型时，处理器810可请求、接收和存储基于DCNN模型的活性测试模型的更新的加权矩阵。此外，能够控制或改变基于DCNN模型的活性测试模型的配置或架构的更新的超参数也可与对应的加权矩阵一起被请求、接收和存储。

[0117] 通过被配置为执行在本申请中描述的操作的硬件组件实现执行本申请中描述的操作的图1A至图8中的计算设备120、相机130、显示器125、主页按钮170、计算设备180、活性测试设备、处理器710、存储器720、计算设备800、活性测试设备700、处理器810、存储器820、相机830、存储装置840、输入装置850、输出装置860和网络装置870。可用于执行本申请中描述的操作的硬件组件的示例在适当情况下包括控制器、传感器、产生器、驱动器、存储器、比较器、算术逻辑单元、加法器、减法器、乘法器、除法器、积分器以及被配置为执行本申请中描述的操作的任何其他电子组件。在其他示例中，执行本申请中描述的操作的一个或多个硬件组件由计算硬件（例如，由一个或多个处理器或计算机）实现。处理器或计算机可由一个或多个处理元件实现，所述处理元件诸如逻辑门阵列、控制器和算术逻辑单元、数字信号处理器、微型计算机、可编程逻辑控制器、现场可编程门阵列、可编程逻辑阵列、微处理器或被配置为以限定的方式响应并运行指令以得到期望的结果的任何其他装置或装置的组合。在一个示例中，处理器或计算机包括或连接到存储被处理器或计算机运行的指令或软件的一个或多个存储器。由处理器或计算机实现的硬件组件可运行指令或软件，诸如操作系统（OS）和在OS上运行以执行本申请中描述的操作的软件应用。硬件组件还可响应于指令或软件的运行来访问、操控、处理、创建和存储数据。为简单起见，本申请中描述的示例的描述中可使用单数术语“处理器”或“计算机”，但是在其他示例中，可使用多个处理器或计算机，或者一个处理器或计算机可包括多个处理元件或多种类型的处理元件，或者以上二者。例如，单个硬件组件或两个或更多个硬件组件可由单个处理器或两个或多个处理器或者处理器和控制器来实现。一个或多个硬件组件可由一个或多个处理器或者处理器和控制器来实现，并且一个或多个其他硬件组件可由一个或多个其他处理器或另一处理器和另一控制器来实现。一个或多个处理器或处理器和控制器可实现单个硬件组件或两个或更多个硬件组件。硬件组件可具有不同的处理配置中的任何一个或多个，不同的处理配置的示例包括单个处理器、独立处理器、并行处理器、单指令单数据（SISD）多处理、单指令多数据（SIMD）多处理、多指令单数据（MISD）多处理、以及多指令多数据（MIMD）多处理。

[0118] 通过计算硬件（（例如，通过被实现为如上面描述地执行指令或软件以执行本申请中描述的由方法执行的操作的一个或多个处理器或计算机）来执行在图1A至图8中示出的执行本申请中描述的操作的方法。例如，单个操作或两个或更多个操作可由单个处理器或两个或更多个处理器或处理器和控制器执行。一个或多个操作可由一个或多个处理器或处理器和控制器执行，并且一个或多个其他操作可由一个或多个其他处理器或另一处理器和另一控制器执行。一个或多个处理器或处理器和控制器可执行单个操作或两个或更多个操作。

[0119] 为了单独或集体地指示或配置所述一个或多个处理器或计算机作为机器或专用计算机操作，控制计算硬件（例如，一个或多个处理器或计算机）以实现硬件组件并执行如

上所述的方法的指令或软件可被写为计算机程序、代码段、指令或它们的任何组合,以执行如上所述的由硬件组件和方法所执行的操作。在一个示例中,指令或软件包括被所述一个或多个处理器或计算机直接执行的机器代码(诸如,编译器产生的机器代码)。在另一示例中,指令或软件包括被所述一个或多个处理器或计算机使用解释器运行的高级代码。可基于附图中示出的方框图或流程图以及说明书中的相应描述使用任何编程语言来编写指令或软件,这些方框图或流程图以及说明书中的相应描述公开了用于执行如上所述的由硬件组件和方法所执行的操作的算法。

[0120] 控制计算硬件(例如,一个或多个处理器或计算机)以实现硬件组件并执行如上所述的方法的指令或软件、以及任何关联数据、数据文件和数据结构可被记录、存储或固定在一个或多个非暂时性计算机可读存储介质中。非暂时性计算机可读存储介质的示例包括只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、闪存、CD-ROM、CD-R、CD+R、CD-RW、CD+RW、DVD-ROM、DVD-R、DVD+R、DVD-RW、DVD+RW、DVD-RAM、BD-ROM、BD-R、BD-R LTH、BD-RE、磁带、软盘、磁光数据存储装置、光学数据存储装置、硬盘、固态硬盘以及被配置为以非暂时性方式存储指令或软件以及任何关联数据、数据文件和数据结构的任何其他装置,并向一个或多个处理器或计算机提供指令或软件以及任何关联数据、数据文件和数据结构,以使所述一个或多个处理器或计算机能运行指令。在一个示例中,指令或软件以及任何关联数据、数据文件和数据结构被分布在联网的计算机系统上,以使指令和软件以及任何关联数据、数据文件和数据结构被所述一个或多个处理器或计算机以分布方式存储、访问和运行。

[0121] 虽然本公开包括具体示例,但是在理解本申请的公开之后将清楚,在不脱离权利要求及其等同物的精神和范围的情况下,可在这些示例中做出形式和细节上的各种改变。这里描述的示例将被认为只具有描述性意义,而不用于限制的目的。每个示例中的特征或方面的描述将被认为可适用于其他示例中的类似特征或方面。如果以不同的顺序执行描述的技术和/或如果描述的系统、架构、装置或电路中的组件以不同的方式组合和/或由其他组件及其等同物替换或补充,则可以得到合适的结果。因此,本公开的范围不是由具体实施方式限定,而是由权利要求及其等同物限定,并且权利要求及其等同物的范围内的所有变化将被解释为包括在本公开中。

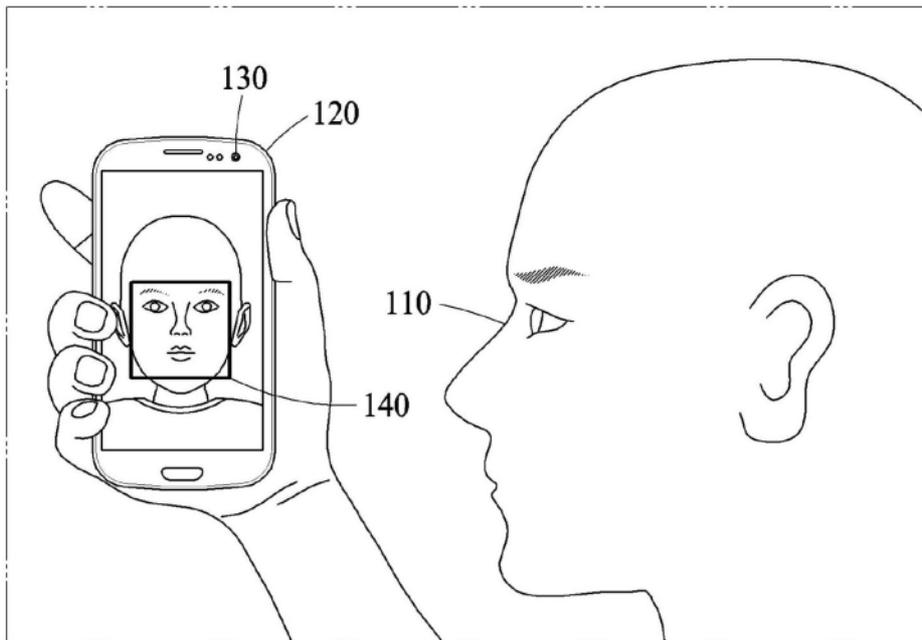


图1A

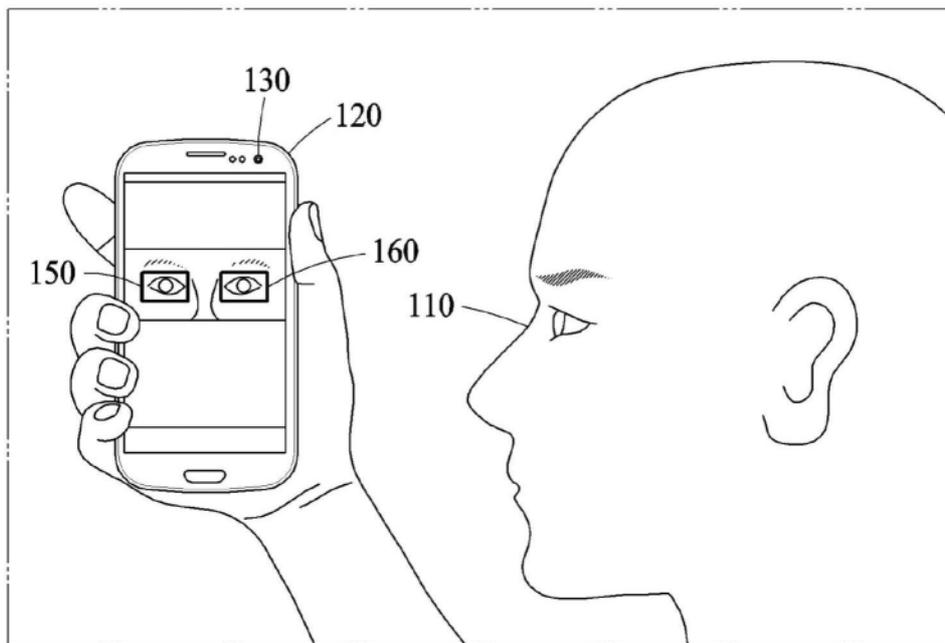


图1B

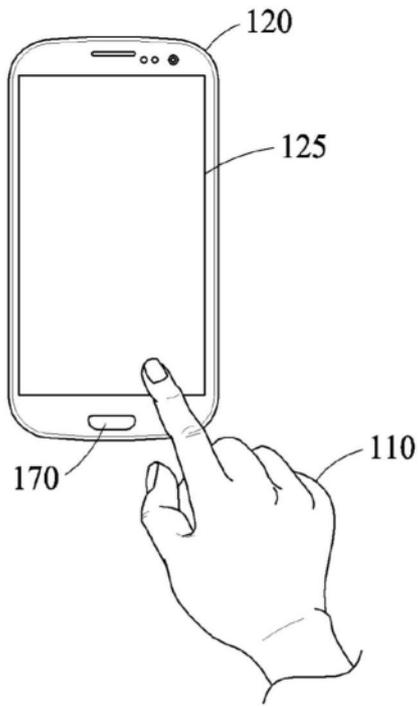


图1C

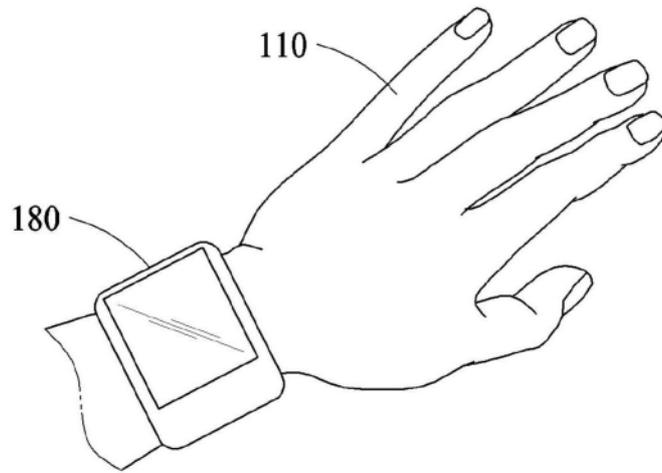


图1D

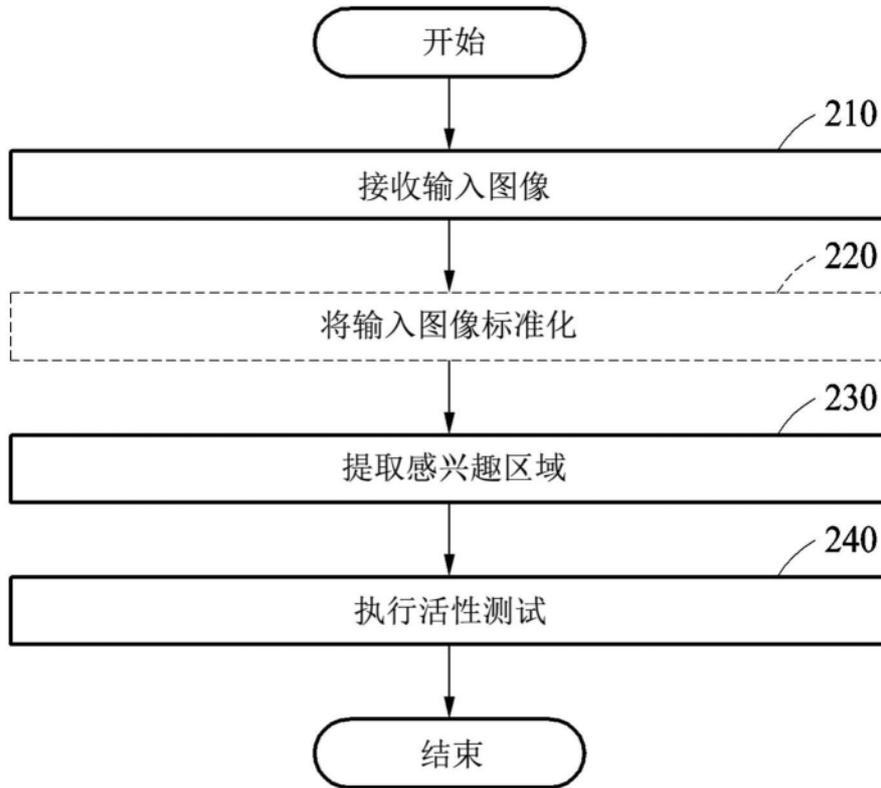


图2

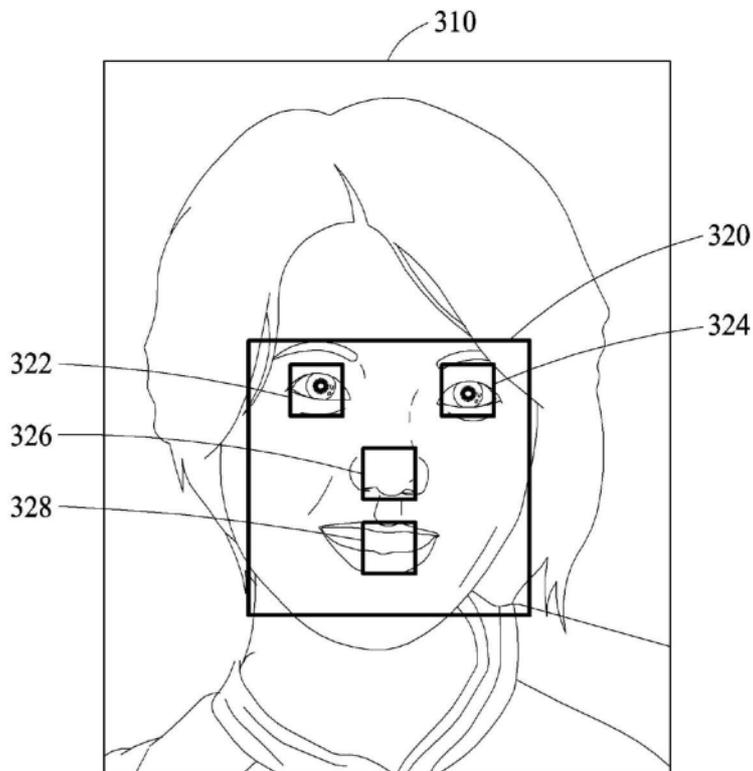


图3A

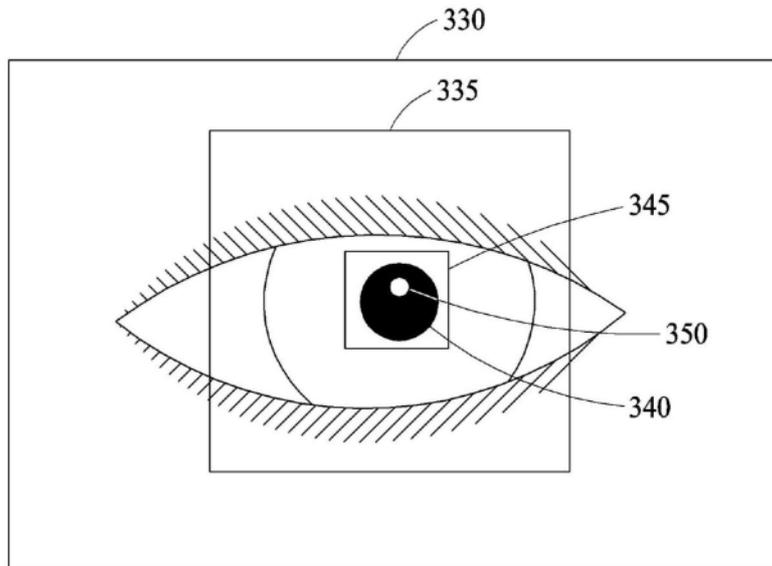


图3B

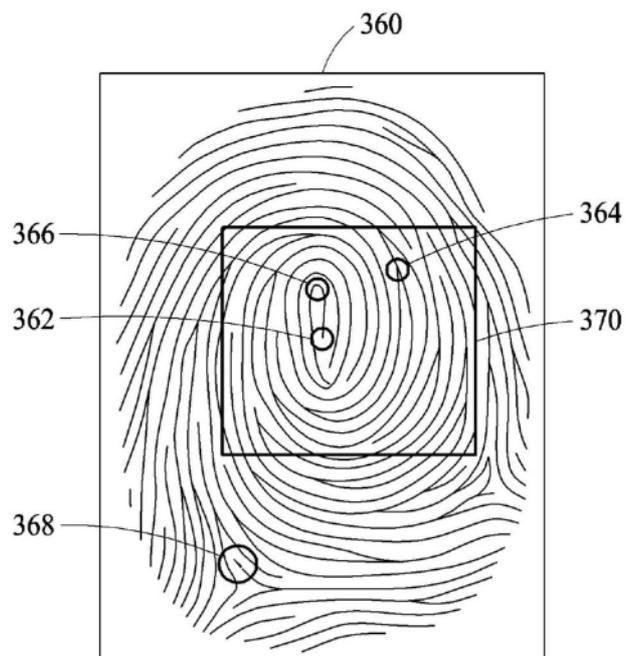


图3C

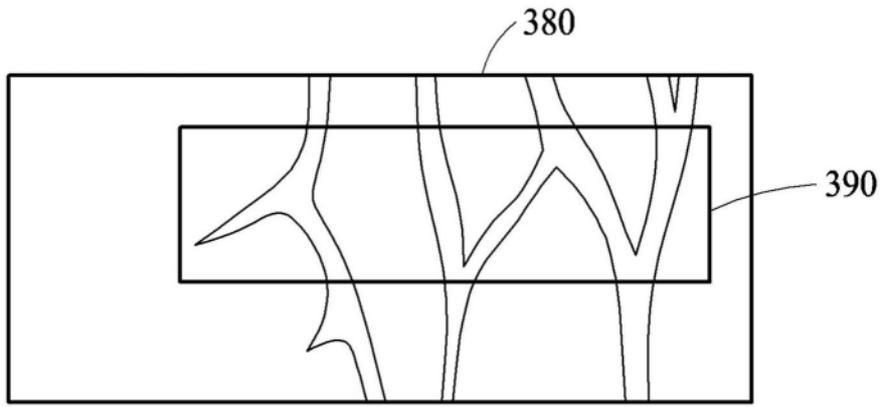


图3D

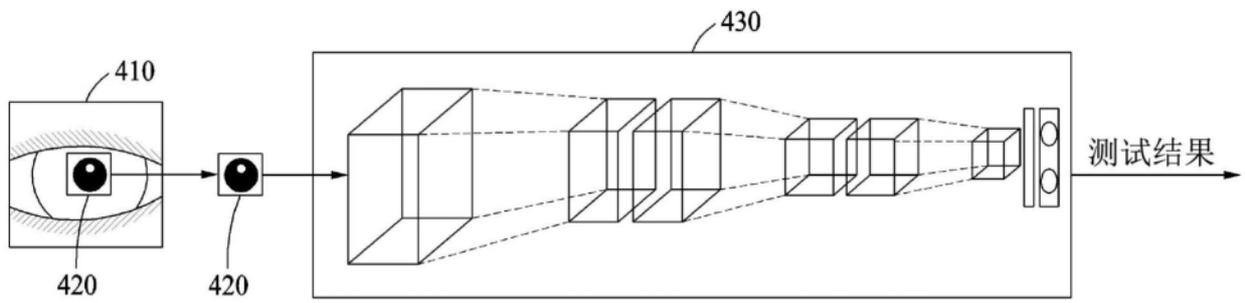


图4A

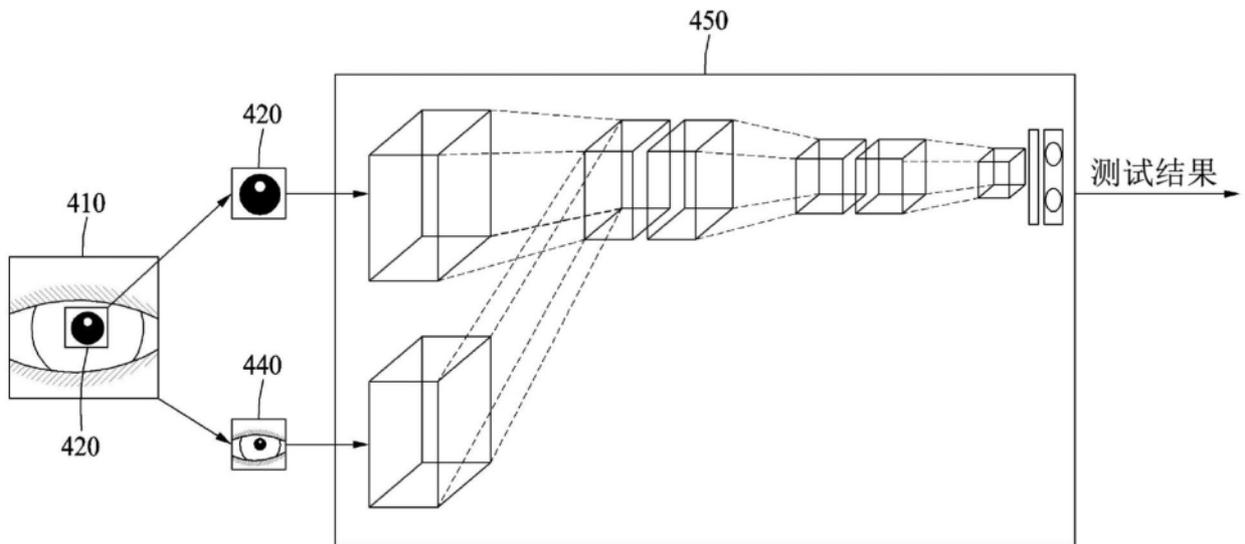


图4B

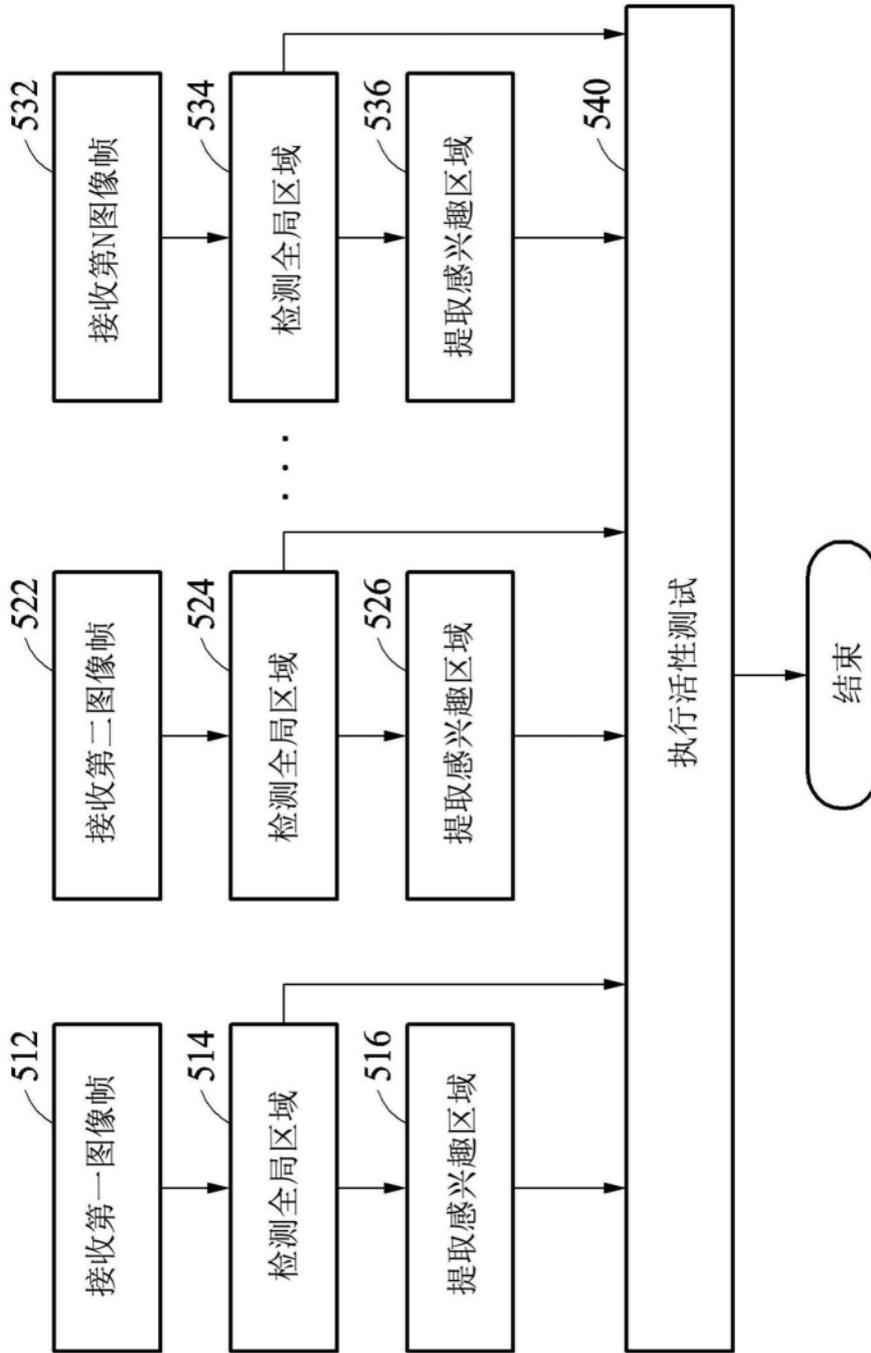


图5

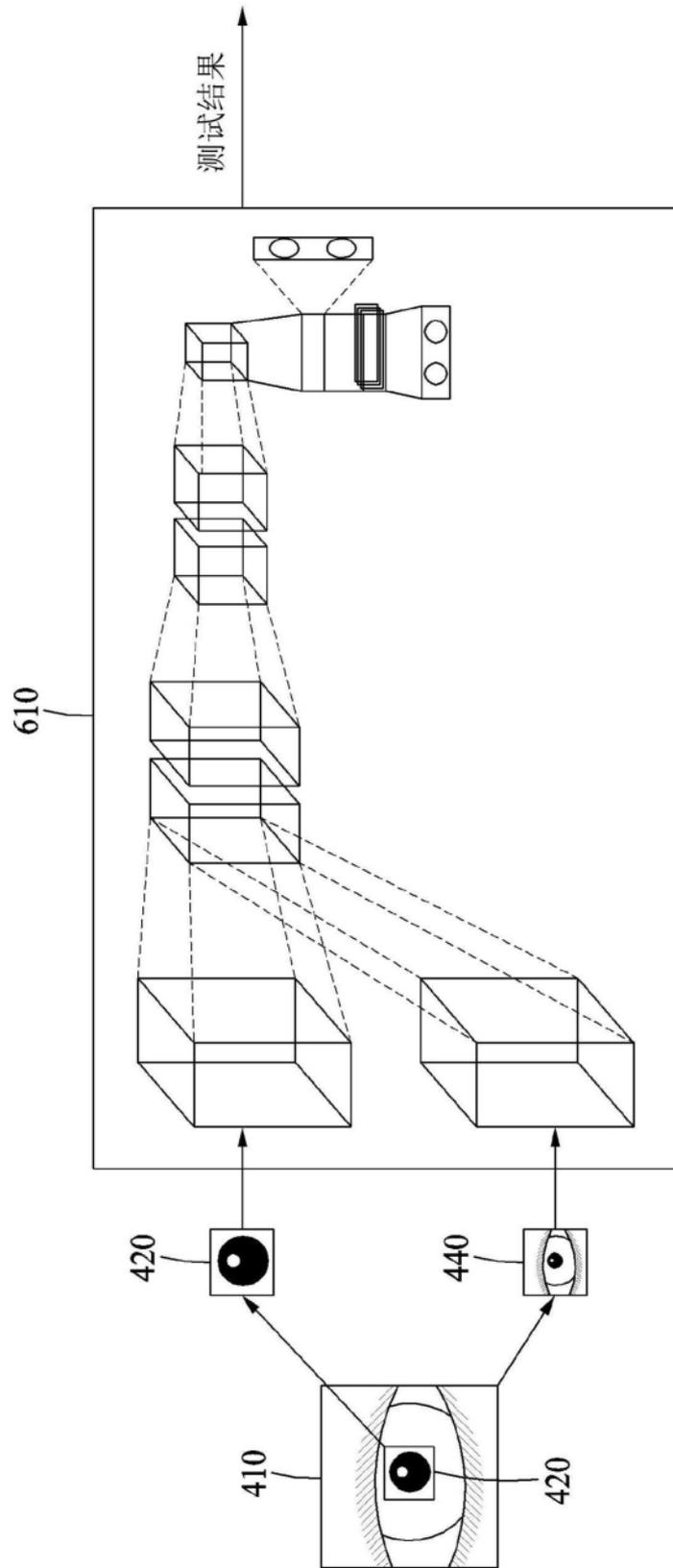


图6

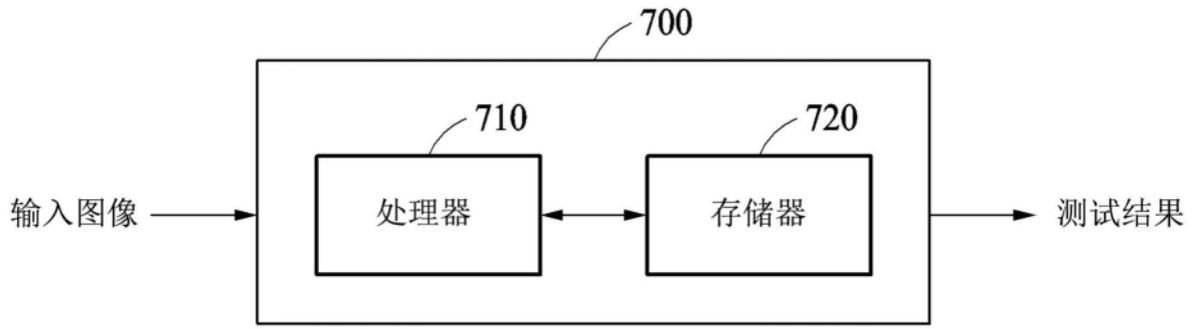


图7

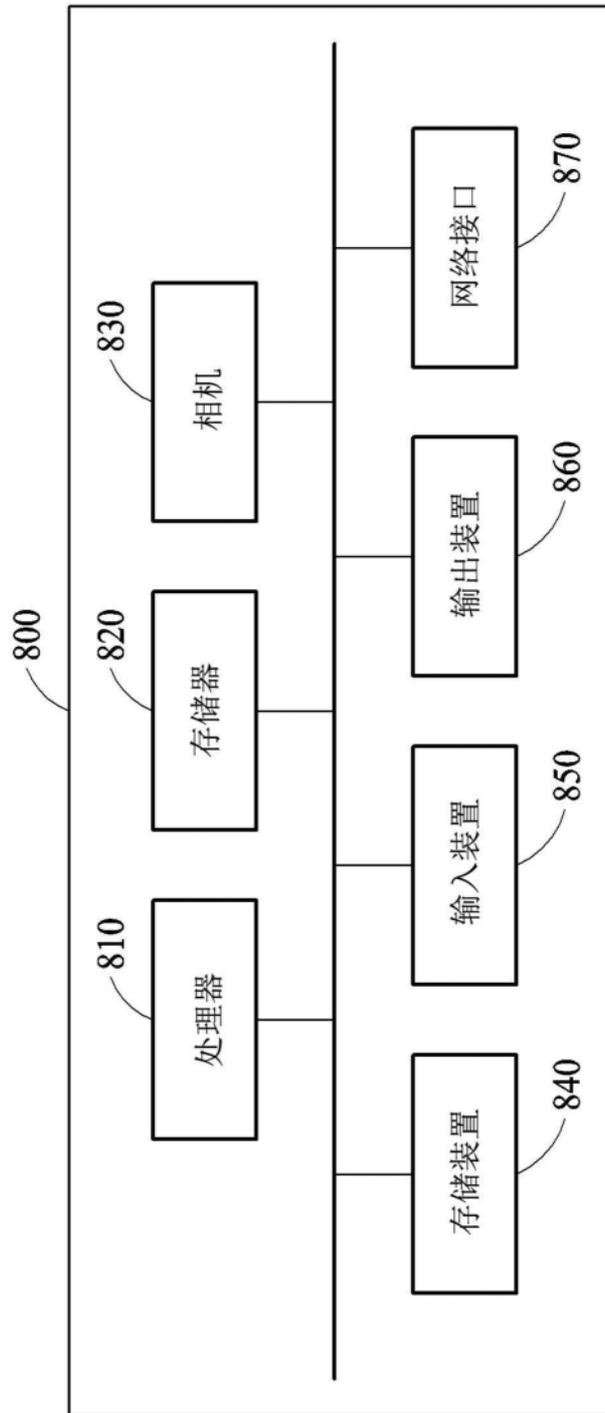


图8