

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2019 年 11 月 14 日 (14.11.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/214201 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06K 9/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/115499
- (22) 国际申请日: 2018 年 11 月 14 日 (14.11.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201810444105.4 2018年5月10日 (10.05.2018) CN
- (71) 申请人: 北京市商汤科技开发有限公司(**BEIJING SENSETIME TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD**) [CN/CN]; 中国北京市海淀区中关村东路1号院3号楼7层710-712房间, Beijing 100084 (CN)。
- (72) 发明人: 杨凯(**YANG, Kai**); 中国北京市海淀区中关村东路1号院3号楼7层710-712房间, Beijing 100084 (CN)。 暴天鹏(**BAO, Tianpeng**); 中国北京市海淀区中关村东路1号院3号楼7层710-712房间, Beijing 100084 (CN)。 张瑞(**ZHANG, Rui**);

- 中国北京市海淀区中关村东路1号院3号楼7层710-712房间, Beijing 100084 (CN)。 吴立威(**WU, Liwei**); 中国北京市海淀区中关村东路1号院3号楼7层710-712房间, Beijing 100084 (CN)。
- (74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司(**CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE**); 中国北京市海淀区海淀南路21号中关村知识产权大厦B座2层, Beijing 100080 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) **Title:** LIVE BODY DETECTION METHOD AND APPARATUS, SYSTEM, ELECTRONIC DEVICE, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 活体检测方法及装置、系统、电子设备、存储介质

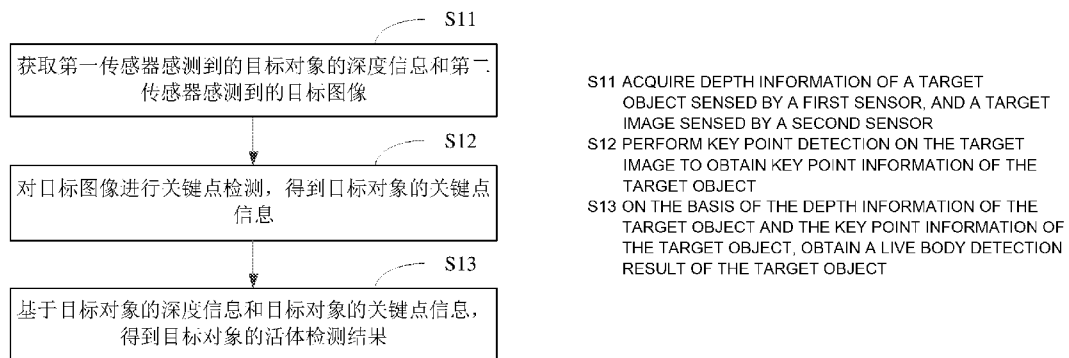


图 1

(57) **Abstract:** The embodiments of the present disclosure relate to a live body detection method and apparatus, a system, an electronic device, and a storage medium. The method comprises: acquiring depth information of a target object sensed by a first sensor, and a target image sensed by a second sensor; performing key point detection on the target image to obtain key point information of the target object; and, on the basis of the depth information of the target object and the key point information of the target object, obtaining a live body detection result of the target object.

(57) **摘要:** 本公开实施例涉及活体检测方法及装置、设备、存储介质。该方法包括: 获取第一传感器感测到的目标对象的深度信息和第二传感器感测到的目标图像; 对所述目标图像进行关键点检测, 得到所述目标对象的关键点信息; 基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息, 得到所述目标对象的活体检测结果。



WO 2019/214201 A1

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

活体检测方法及装置、系统、电子设备、存储介质

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 201810444105.4、申请日为 2018 年 05 月 10 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此以全文引入的方式引入本申请。

技术领域

本公开涉及计算机视觉技术领域，尤其涉及一种活体检测方法及装置、系统、电子设备、存储介质。

背景技术

目前，人脸识别技术已被广泛应用于人脸解锁、人脸支付、无人超市和视频监控等场景中。然而，人脸识别技术存在容易被人脸的实体照片、人脸的电子照片或者包含人脸的视频等形式的假体人脸攻击的风险。因此，活体检测是人脸识别中必不可少的一个环节。

发明内容

有鉴于此，本公开实施例提出了一种活体检测方法及装置。

根据本公开实施例的一方面，提供了一种活体检测方法，包括：获取第一传感器感测到的目标对象的深度信息和第二传感器感测到的目标图像；对所述目标图像进行关键点检测，得到所述目标对象的关键点信息；基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到所述目标对象的活体检测结果。

在一些实施例中，所述目标对象为人脸。

在一些实施例中，所述第二传感器为图像传感器，例如，所述第二传感器为 RGB 传感器或者近红外传感器。

在一些实施例中，所述第一传感器为深度传感器，例如，所述第一传感器为飞行时间 TOF 传感器或结构光传感器。

在一些实施例中，第一传感器和所述第二传感器集成在同一器件中，例如集成在 3D 摄像头中。

在一些实施例中，在对所述目标图像进行关键点检测之前，所述方法还包括：

根据所述第一传感器的参数以及所述第二传感器的参数，对齐所述目标对象的深度信息和所述目标图像。

在一些实施例中，基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到所述目标对象的活体检测结果，包括：

基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到第一特征信息；

基于所述目标对象的关键点信息，得到第二特征信息；

基于所述第一特征信息和所述第二特征信息，确定所述目标对象的活体检测结果。

在一些实施例中，基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到第一特征信息，包括：将所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息输入

5 第一神经网络进行处理，得到第一特征信息；

基于所述目标对象的关键点信息，得到第二特征信息，包括：将所述目标图像和所述目标对象的关键点信息输入第二神经网络进行处理，得到第二特征信息。

在一些实施例中，所述第一神经网络和所述第二神经网络具有相同的网络结构。

在一些实施例中，基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到
10 到第一特征信息，包括：对所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息进行卷积处理，得到第一卷积结果；对所述第一卷积结果进行下采样处理，得到第一下采样结果；基于所述第一下采样结果，得到第一特征信息。

在一些实施例中，基于所述目标对象的关键点信息，得到第二特征信息，包括：

对所述目标图像和所述目标对象的关键点信息进行卷积处理，得到第二卷积结果；

15 对所述第二卷积结果进行下采样处理，得到第二下采样结果；

基于所述第二下采样结果，得到第二特征信息。

在一些实施例中，基于所述第一特征信息和所述第二特征信息，确定所述目标对象的活体检测结果，包括：对所述第一特征信息和所述第二特征信息进行融合处理，得到第三特征信息；根据所述第三特征信息，确定所述目标对象的活体检测结果。

20 在一些实施例中，根据所述第三特征信息，确定活体检测结果，包括：

基于所述第三特征信息，得到所述目标对象为活体的概率；

根据所述目标对象为活体的概率，确定所述目标对象的活体检测结果。

根据本公开实施例的另一方面，提供了一种活体检测装置，包括：

25 获取模块，配置为获取第一传感器感测到的目标对象的深度信息和第二传感器感测到的目标图像；

检测模块，配置为对所述目标图像进行关键点检测，得到所述目标对象的关键点信息；

确定模块，配置为基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到所述目标对象的活体检测结果。

30 在一些实施例中，所述目标对象为人脸。

在一些实施例中，所述第二传感器为图像传感器，例如，所述第二传感器为 RGB 传感器或者近红外传感器。

在一些实施例中，所述第一传感器为深度传感器，例如，所述第一传感器为飞行时间 TOF 传感器或结构光传感器。

35 在一些实施例中，第一传感器和所述第二传感器集成在同一器件中，例如集成在 3D 摄像头中。

在一些实施例中，所述装置还包括：对齐模块，配置为根据所述第一传感器的参数以及所述第二传感器的参数，对齐所述目标对象的深度信息和所述目标图像。

在一些实施例中，所述确定模块包括：第一确定子模块，配置为基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到第一特征信息；第二确定子模块，配置为基于所述目标对象的关键点信息，得到第二特征信息；第三确定子模块，配置为基于所述第一特征信息和所述第二特征信息，确定所述目标对象的活体检测结果。

在一些实施例中，所述第一确定子模块配置为：将所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息输入第一神经网络进行处理，得到第一特征信息；

所述第二确定子模块配置为：将所述目标图像和所述目标对象的关键点信息输入第二神经网络进行处理，得到第二特征信息。

在一些实施例中，所述第一神经网络和所述第二神经网络具有相同的网络结构。

在一些实施例中，所述第一确定子模块包括：第一卷积单元，配置为对所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息进行卷积处理，得到第一卷积结果；第一下采样单元，配置为对所述第一卷积结果进行下采样处理，得到第一下采样结果；第一确定单元，配置为基于所述第一下采样结果，得到第一特征信息。

在一些实施例中，所述第二确定子模块包括：第二卷积单元，配置为对所述目标图像和所述目标对象的关键点信息进行卷积处理，得到第二卷积结果；第二下采样单元，配置为对所述第二卷积结果进行下采样处理，得到第二下采样结果；第二确定单元，配置为基于所述第二下采样结果，得到第二特征信息。

在一些实施例中，所述第三确定子模块包括：全连接单元，配置为对所述第一特征信息和所述第二特征信息进行融合处理，得到第三特征信息；第三确定单元，配置为根据所述第三特征信息，确定所述目标对象的活体检测结果。

在一些实施例中，所述第三确定单元包括：第一确定子单元，配置为基于所述第三特征信息，得到所述目标对象为活体的概率；第二确定子单元，配置为根据所述目标对象为活体的概率，确定所述目标对象的活体检测结果。

本公开实施例提供的活体检测装置用于执行上述任意实施例中的活体检测方法，包括用于执行上述任意可能的活体检测方法的步骤和/或流程的模块和单元。

根据本公开实施例的另一方面，提供了一种活体检测装置，包括：处理器；配置为存储处理器可执行指令的存储器；其中，所述处理器被配置为执行上述方法。

根据本公开实施例的另一方面，提供了一种非易失性计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序指令，其中，所述计算机程序指令被处理器执行时实现上述方法。

根据本公开实施例的另一方面，提供了一种活体检测系统，包括：上述的活体检测装置、所述第一传感器和所述第二传感器。

根据本公开实施例的另一方面，提供了一种活体检测系统，包括：上述的非易失性计算机可读存储介质、所述第一传感器和所述第二传感器。

根据本公开实施例的另一方面，提供了一种电子设备，包括：

第一传感器，配置为检测目标对象的深度信息；

第二传感器，配置为采集包括所述目标对象的目标图像；

处理器，配置为对所述第二传感器采集到的目标对象进行关键点检测，得到所述目标对象的关键点信息，并基于所述第一传感器检测到的所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到所述目标对象的活体检测结果。

在一些实施例中，所述第二传感器为 RGB 传感器或者近红外传感器。

在一些实施例中，所述第一传感器为飞行时间 TOF 传感器或结构光传感器。

在一些实施例中，所述处理器还配置为：根据所述第一传感器的参数以及所述第二传感器的参数，对齐所述目标对象的深度信息和所述目标图像。

在一些实施例中，所述处理器配置为：基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到第一特征信息；基于所述目标对象的关键点信息，得到第二特征信息；基于所述第一特征信息和所述第二特征信息，确定所述目标对象的活体检测结果。

在一些实施例中，所述处理器配置为：将所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息输入第一神经网络进行处理，得到第一特征信息；

基于所述目标对象的关键点信息，得到第二特征信息，包括：将所述目标图像和所述目标对象的关键点信息输入第二神经网络进行处理，得到第二特征信息。

在一些实施例中，所述处理器配置为：对所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息进行卷积处理，得到第一卷积结果；对所述第一卷积结果进行下采样处理，得到第一下采样结果；基于所述第一下采样结果，得到第一特征信息。

在一些实施例中，所述处理器配置为：对所述目标图像和所述目标对象的关键点信息进行卷积处理，得到第二卷积结果；对所述第二卷积结果进行下采样处理，得到第二下采样结果；基于所述第二下采样结果，得到第二特征信息。

在一些实施例中，所述处理器配置为：对所述第一特征信息和所述第二特征信息进行融合处理，得到第三特征信息；根据所述第三特征信息，确定所述目标对象的活体检测结果。

在一些实施例中，所述处理器配置为：基于所述第三特征信息，得到所述目标对象为活体的概率；根据所述目标对象为活体的概率，确定所述目标对象的活体检测结果。

本公开的各方面的活体检测方法通过结合目标对象的深度信息和目标图像进行活体检测，由此能够利用目标对象的深度信息和目标图像中的目标对象的关键点信息进行活体检测，从而能够提高活体检测的准确性。根据下面参考附图对示例性实施例的详细说明，本公开的其它特征及方面将变得清楚。

附图说明

包含在说明书中并且构成说明书的一部分的附图与说明书一起示出了本公开的示例性实施例、特征和方面，并且用于解释本公开的原理。

图 1 示出根据本公开实施例的活体检测方法的流程图。

图 2 示出根据本公开实施例的活体检测方法的一示例性的流程图。

图 3 示出根据本公开实施例的活体检测方法步骤 S13 的一示例性的流程图。

图 4A 示出根据本公开实施例应用于人脸的活体检测装置的框图。

图 4B 示出根据本公开实施例的图 4A 中的数据预处理模块的框图。

5 图 4C 示出根据本公开实施例的图 4A 中的深度神经网络模块的框图。

图 5 示出根据本公开实施例的活体检测方法步骤 S131 的一示例性的流程图。

图 6 示出根据本公开实施例的活体检测方法步骤 S132 的一示例性的流程图。

图 7 示出根据本公开实施例的活体检测方法步骤 S133 的一示例性的流程图。

图 8 示出根据本公开实施例的活体检测方法步骤 S1332 的一示例性的流程图。

10 图 9 示出根据本公开实施例的活体检测装置的框图。

图 10 示出根据本公开实施例的活体检测装置的一示例性的框图。

图 11 是根据一示例性实施例示出的一种活体检测装置 800 的框图。

具体实施方式

以下将参考附图详细说明本公开的各种示例性实施例、特征和方面。附图中相同的
15 附图标记表示功能相同或相似的元件。尽管在附图中示出了实施例的各种方面，但是除
非特别指出，不必按比例绘制附图。在这里专用的词“示例性”意为“用作例子、实施例
或说明性”。这里作为“示例性”所说明的任何实施例不必解释为优于或好于其它实施例。
另外，为了更好的说明本公开，在下文的具体实施方式中给出了众多的具体细节。本领
域技术人员应当理解，没有某些具体细节，本公开实施例同样可以实施。在一些实例中，
20 对于本领域技术人员熟知的方法、手段、元件和电路未作详细描述，以便于凸显本公开
实施例的主旨。

图 1 示出根据本公开实施例的活体检测方法的流程图。该方法可以应用于手机、平
板电脑、数码相机或者门禁设备等具有人脸识别功能的终端设备中。该方法可以应用于
人脸解锁、人脸支付、无人超市和视频监控等场景中。如图 1 所示，该方法包括步骤
25 S11 至步骤 S13。

在步骤 S11 中，获取第一传感器感测到的目标对象的深度信息和第二传感器感测到
的目标图像。

在一些实施例中，目标对象为人脸。在一些实施例中，第一传感器为三维传感器。
例如，第一传感器可以为 ToF（Time of Flight，飞行时间）传感器、结构光传感器、双
30 目传感器或者其他类型的深度传感器。通过三维传感器获取目标对象的深度信息，可以
获得高精度的深度信息。本公开实施例利用包含目标对象的深度信息进行活体检测，能
够充分挖掘目标对象的深度信息，从而能够提高活体检测的准确性。例如，当目标对象
为人脸时，本公开实施例利用包含人脸的深度信息进行活体检测，能够充分挖掘人脸数
据的深度信息，从而能够提高活体人脸检测的准确性。

35 需要说明的是，尽管以 ToF 传感器、结构光传感器和双目传感器介绍了第一传感器

如上，但本领域技术人员能够理解，本公开实施例应不限于此。本领域技术人员可以根据实际应用场景需求和/或个人喜好灵活选择第一传感器的类型，只要能够通过第一传感器检测到目标对象的深度信息即可。

在本公开实施例中，目标对象的深度信息可以为任意能够体现目标对象的深度的信息，本公开实施例对目标对象的深度信息的具体实现不做限定。在一些实施例中，目标对象的深度信息可以为目标对象的深度图像。在另一些实施例中，目标对象的深度信息可以为目标对象的点云。其中，目标对象的点云可以记录目标对象的各个点的三维坐标。在另一些实施例中，目标对象的深度信息可以为记录目标对象的各个点的深度的表格或其他类型的文件。

在一些实施例中，第二传感器可以为 RGB (Red, 红; Green, 绿; Blue, 蓝) 传感器或者近红外传感器。若第二传感器为 RGB 传感器或其他类型的图像传感器，则第二传感器感测到的目标图像为 RGB 图像。若第二传感器为近红外传感器，则第二传感器感测到的目标图像为近红外图像。其中，近红外图像可以为带光斑的近红外图像，也可以为不带光斑的近红外图像，等等。需要说明的是，尽管以 RGB 传感器和近红外传感器介绍了第二传感器如上，但本领域技术人员能够理解，本公开实施例应不限于此。本领域技术人员可以根据实际应用场景需求和/或个人喜好灵活选择第二传感器的类型，只要能通过第二传感器感测到的目标图像获取目标对象的关键点信息即可。

在一些实施例中，通过 3D 摄像头采集深度图和目标图像，其中，3D 摄像头包括用于采集图像的图像传感器和用于采集深度信息的深度传感器。例如，终端设备通过自身设置的 3D 摄像头采集目标对象的三维信息。在另一些实施例中，从其他设备处获取深度信息和目标图像，例如，接收终端设备发送的活体检测请求，所述活体检测请求携带所述深度信息和目标图像。

在步骤 S12 中，对目标图像进行关键点检测，得到目标对象的关键点信息。

其中，目标对象的关键点信息可以包括目标对象的关键点的位置信息。

在本公开实施例中，若目标对象为人脸，则目标对象的关键点可以包括眼睛关键点、眉毛关键点、鼻子关键点、嘴巴关键点和人脸轮廓关键点等中的一项或多项。其中，眼睛关键点可以包括眼睛轮廓关键点、眼角关键点和瞳孔关键点等中的一项或多项。

在步骤 S13 中，基于目标对象的深度信息和目标对象的关键点信息，得到目标对象的活体检测结果。

其中，目标对象的活体检测结果可以为目标对象为活体或者目标对象为假体，例如目标对象的活体检测结果可以为目标对象为活体人脸或者目标对象为假体人脸。

本公开实施例通过结合目标对象的深度信息和目标图像进行活体检测，由此能够利用目标对象的深度信息和目标图像中的目标对象的关键点信息进行活体检测，从而提高活体检测的准确性。

图 2 示出根据本公开实施例的活体检测方法的一示例性的流程图。如图 2 所示，该方法可以包括步骤 S21 至步骤 S24。

在步骤 S21 中, 获取第一传感器感测到的目标对象的深度信息和第二传感器感测到的目标图像。其中, 对步骤 S21 参见上文对步骤 S11 的描述。在步骤 S22 中, 根据第一传感器的参数以及第二传感器的参数, 对齐目标对象的深度信息和目标图像。

在一些实施例中, 可以对目标图像的深度信息进行转换处理, 以使得转换处理后的深度信息和目标图像对齐。例如, 若目标对象的深度信息为目标对象的深度图像, 则根据第一传感器的参数矩阵和第二传感器的参数矩阵, 确定第一传感器的参数矩阵至第二传感器的参数矩阵的转换矩阵; 根据该转换矩阵, 转换目标对象的深度图像。

在另一些实施例中, 可以对目标图像进行转换处理, 以使得转换处理后的目标图像与深度信息对齐。例如, 若目标对象的深度信息为目标对象的深度图像, 则根据第一传感器的参数矩阵和第二传感器的参数矩阵, 确定第二传感器的参数矩阵至第一传感器的参数矩阵的转换矩阵; 根据该转换矩阵, 转换目标图像。

在本公开实施例中, 第一传感器的参数可以包括第一传感器的内参数和/或外参数, 第二传感器的参数可以包括第二传感器的内参数和/或外参数。

在本公开实施例中, 当目标对象的深度信息为目标对象的深度图像时, 通过对齐目标对象的深度信息和目标图像, 能够使目标对象的深度图像和目标图像中相应的部分在两个图像中的位置相同。

在步骤 S23 中, 对目标图像进行关键点检测, 得到目标对象的关键点信息。其中, 对步骤 S23 参见上文对步骤 S12 的描述。

在步骤 S24 中, 基于目标对象的深度信息和目标对象的关键点信息, 得到目标对象的活体检测结果。其中, 对步骤 S24 参见上文对步骤 S13 的描述。

图 3 示出根据本公开实施例的活体检测方法步骤 S13 的一示例性的流程图。如图 3 所示, 步骤 S13 可以包括步骤 S131 至步骤 S133。

在步骤 S131 中, 基于目标对象的深度信息和目标对象的关键点信息, 得到第一特征信息。

在一些实施例中, 基于目标对象的深度信息和目标对象的关键点信息, 得到第一特征信息, 包括: 将目标对象的深度信息和目标对象的关键点信息输入第一神经网络进行处理, 得到第一特征信息。作为该实现方式的一个示例, 第一神经网络可以包括卷积层、下采样层和全连接层。例如, 第一神经网络可以包括一级卷积层、一级下采样层和一级全连接层。其中, 该级卷积层可以包括一个或多个卷积层, 该级下采样层可以包括一个或多个下采样层, 该级全连接层可以包括一个或多个全连接层。又如, 第一神经网络可以包括多级卷积层、多级下采样层和一级全连接层。其中, 每级卷积层可以包括一个或多个卷积层, 每级下采样层可以包括一个或多个下采样层, 该级全连接层可以包括一个或多个全连接层。其中, 第 i 级卷积层后级联第 i 级下采样层, 第 i 级下采样层后级联第 $i+1$ 级卷积层, 第 n 级下采样层后级联全连接层, 其中, i 和 n 均为正整数, $1 \leq i \leq n$, n 表示第一神经网络中卷积层和下采样层的级数。

作为该实现方式的另一个示例, 第一神经网络可以包括卷积层、下采样层、归一化

层和全连接层。例如，第一神经网络可以包括一级卷积层、一个归一化层、一级下采样层和一级全连接层。其中，该级卷积层可以包括一个或多个卷积层，该级下采样层可以包括一个或多个下采样层，该级全连接层可以包括一个或多个全连接层。

又如，第一神经网络可以包括多级卷积层、多个归一化层和多级下采样层和一级全连接层。其中，每级卷积层可以包括一个或多个卷积层，每级下采样层可以包括一个或多个下采样层，该级全连接层可以包括一个或多个全连接层。其中，第 i 级卷积层后级联第 i 个归一化层，第 i 个归一化层后级联第 i 级下采样层，第 i 级下采样层后级联第 $i+1$ 级卷积层，第 n 级下采样层后级联全连接层，其中， i 和 n 均为正整数， $1 \leq i \leq n$ ， n 表示第一神经网络中卷积层、下采样层的级数和归一化层的个数。

在步骤 S132 中，基于目标对象的关键点信息，得到第二特征信息。

在一些实施例中，基于目标对象的关键点信息，得到第二特征信息，包括：将目标图像和目标对象的关键点信息输入第二神经网络进行处理，得到第二特征信息。

作为该实现方式的一个示例，第二神经网络可以包括卷积层、下采样层和全连接层。

例如，第二神经网络可以包括一级卷积层、一级下采样层和一级全连接层。其中，该级卷积层可以包括一个或多个卷积层，该级下采样层可以包括一个或多个下采样层，该级全连接层可以包括一个或多个全连接层。又如，第二神经网络可以包括多级卷积层、多级下采样层和一级全连接层。其中，每级卷积层可以包括一个或多个卷积层，每级下采样层可以包括一个或多个下采样层，该级全连接层可以包括一个或多个全连接层。其中，第 j 级卷积层后级联第 j 级下采样层，第 j 级下采样层后级联第 $j+1$ 级卷积层，第 m 级下采样层后级联全连接层，其中， j 和 m 均为正整数， $1 \leq j \leq m$ ， m 表示第二神经网络中卷积层和下采样层的级数。

作为该实现方式的另一个示例，第二神经网络可以包括卷积层、下采样层、归一化层和全连接层。例如，第二神经网络可以包括一级卷积层、一个归一化层、一级下采样层和一级全连接层。其中，该级卷积层可以包括一个或多个卷积层，该级下采样层可以包括一个或多个下采样层，该级全连接层可以包括一个或多个全连接层。又如，第二神经网络可以包括多级卷积层、多个归一化层和多级下采样层和一级全连接层。其中，每级卷积层可以包括一个或多个卷积层，每级下采样层可以包括一个或多个下采样层，该级全连接层可以包括一个或多个全连接层。其中，第 j 级卷积层后级联第 j 个归一化层，第 j 个归一化层后级联第 j 级下采样层，第 j 级下采样层后级联第 $j+1$ 级卷积层，第 m 级下采样层后级联全连接层，其中， j 和 m 均为正整数， $1 \leq j \leq m$ ， m 表示第二神经网络中卷积层、下采样层的级数和归一化层的个数。

在一些实施例中，第一神经网络和第二神经网络具有相同的网络结构。

在步骤 S133 中，基于第一特征信息和第二特征信息，确定目标对象的活体检测结果。

需要说明的是，本公开实施例不对步骤 S131 和步骤 S132 执行的先后顺序进行限定，只要步骤 S131 和步骤 S132 在步骤 S133 之前执行即可。例如，可以先执行步骤 S131

再执行步骤 S132，或者可以先执行步骤 S132 再执行步骤 S131，或者可以同时执行步骤 S131 和步骤 S132。

图 5 示出根据本公开实施例的活体检测方法步骤 S131 的一示例性的流程图。如图 5 所示，步骤 S131 可以包括步骤 S1311 至步骤 S1313。

5 在步骤 S1311 中，对目标对象的深度信息和目标对象的关键点信息进行卷积处理，得到第一卷积结果。

在步骤 S1312 中，对第一卷积结果进行下采样处理，得到第一下采样结果。

10 在一些实施例中，可以通过一级卷积层和一级下采样层对目标对象的深度信息和目标对象的关键点信息进行卷积处理和下采样处理。其中，该级卷积层可以包括一个或多个卷积层，该级下采样层可以包括一个或多个下采样层。

在另一种可能的实现方式中，可以通过多级卷积层和多级下采样层对目标对象的深度信息和目标对象的关键点信息进行卷积处理和下采样处理。其中，每级卷积层可以包括一个或多个卷积层，每级下采样层可以包括一个或多个下采样层。

15 在一些实施例中，对第一卷积结果进行下采样处理，得到第一下采样结果，可以包括：对第一卷积结果进行归一化处理，得到第一归一化结果；对第一归一化结果进行下采样处理，得到第一下采样结果。

在步骤 S1313 中，基于第一下采样结果，得到第一特征信息。

在一些实施例中，可以将第一下采样结果输入全连接层，通过全连接层对第一下采样结果进行融合处理（例如全连接运算），得到第一特征信息。

20 图 6 示出根据本公开实施例的活体检测方法步骤 S132 的一示例性的流程图。如图 6 所示，步骤 S132 可以包括步骤 S1321 至步骤 S1323。

在步骤 S1321 中，对目标图像和目标对象的关键点信息进行卷积处理，得到第二卷积结果。

在步骤 S1322 中，对第二卷积结果进行下采样处理，得到第二下采样结果。

25 在一些实施例中，可以通过一级卷积层和一级下采样层对目标图像和目标对象的关键点信息进行卷积处理和下采样处理。其中，该级卷积层可以包括一个或多个卷积层，该级下采样层可以包括一个或多个下采样层。在另一种可能的实现方式中，可以通过多级卷积层和多级下采样层对目标图像和目标对象的关键点信息进行卷积处理和下采样处理。其中，每级卷积层可以包括一个或多个卷积层，每级下采样层可以包括一个或多个下采样层。在 30 一些实施例中，对第二卷积结果进行下采样处理，得到第二下采样结果，可以包括：对第二卷积结果进行归一化处理，得到第二归一化结果；对第二归一化结果进行下采样处理，得到第二下采样结果。

在步骤 S1323 中，基于第二下采样结果，得到第二特征信息。

35 在一些实施例中，可以将第二下采样结果输入全连接层，通过全连接层对第二下采样结果进行融合处理（例如全连接运算），得到第二特征信息。

图 7 示出根据本公开实施例的活体检测方法步骤 S133 的一示例性的流程图。如图

7 所示, 步骤 S133 可以包括步骤 S1331 和步骤 S1332。

在步骤 S1331 中, 对第一特征信息和第二特征信息进行融合处理(例如全连接运算), 得到第三特征信息。

5 在一些实施例中, 可以对第一特征信息和第二特征信息进行连接(例如通道叠加)或者相加处理, 得到第三特征信息。在一个例子中, 通过全连接层对第一特征信息和第二特征信息进行全连接运算, 得到第三特征信息。

在步骤 S1332 中, 根据第三特征信息, 确定目标对象的活体检测结果。

图 8 示出根据本公开实施例的活体检测方法步骤 S1332 的一示例性的流程图。如图 8 所示, 步骤 S1332 可以包括步骤 S13321 和步骤 S13322。

10 在步骤 S13321 中, 基于第三特征信息, 得到目标对象为活体的概率。

在一些实施例中, 可以将第三特征信息输入 Softmax 层中, 通过 Softmax 层得到目标对象为活体的概率。作为该实现方式的一个示例, Softmax 层可以包括两个神经元, 其中, 一个神经元代表目标对象为活体的概率, 另一个神经元代表目标对象为假体的概率。

15 在步骤 S13322 中, 根据目标对象为活体的概率, 确定目标对象的活体检测结果。

20 在一些实施例中, 根据目标对象为活体的概率, 确定目标对象的活体检测结果, 包括: 若目标对象为活体的概率大于第一阈值, 则确定目标对象的活体检测结果为目标对象为活体; 若目标对象为活体的概率小于或等于第一阈值, 则确定目标对象的活体检测结果为假体。需要说明的是, 尽管以图 8 所示的流程介绍了步骤 S1332 的实现方式如上, 但本领域技术人员能够理解, 本公开实施例应不限于此。在另一种可能的实现方式中, 可以基于第三特征信息, 得到目标对象为假体的概率, 并根据目标对象为假体的概率, 确定目标对象的活体检测结果。在该实现方式中, 若目标对象为假体的概率大于第二阈值, 则确定目标对象的活体检测结果为目标对象为假体; 若目标对象为假体的概率小于或等于第二阈值, 则确定目标对象的活体检测结果为活体。

25 本公开实施例通过结合目标对象的深度信息和目标图像进行活体检测, 由此能够利用目标对象的深度信息和目标图像中的目标对象的关键点信息进行活体检测, 从而能够提高活体检测的准确性, 且计算复杂度较低, 在摄像头轻微摇晃或者震动的情况下仍然能够获得较为准确的活体检测结果。

30 随着人脸识别技术的发展, 人脸识别的准确度已经能够超越指纹, 因此被广泛应用到各种场景中, 如视频监控、人脸解锁、人脸支付等应用。但是, 人脸识别存在着容易被 hack(攻击)的风险, 活体检测是人脸识别应用中必不可少的一个环节。

35 单目活体检测使用普通摄像头采集到的图像作为输入, 存在容易被高清无痕 hack 图像通过的缺点。双目活体检测技术通过两个摄像头(普通 RGB 摄像头或普通近红外摄像头)作为输入, 性能比单目活体检测更加优越。但是通过双目匹配来计算人脸深度分布信息, 存在着计算量大、深度信息精确度低的缺点, 且摄像头在摇晃、震动等情况下容易出现摄像头参数变化而导致计算失效的情况。近年来, 三维(3D, 3 Dimensions)

传感器技术突飞猛进，包括飞行时间（Time Of Flight, TOF）传感器、结构光传感器、双目传感器等，使得用户能够方便的直接从传感器（Sensor）获得高精度的深度信息。本公开实施例将 3D 数据和近红外数据或 RGB 色彩模式的数据作为输入，利用近红外图或 RGB 图求得人脸关键点信息，然后融合人脸 3D 深度图、近红外或 RGB 图、人脸关

5 键点信息、眼角特征、瞳孔特征等一项或多项，利用深度学习模型，能够对真实人脸和 hack 进行更有效的区分。

图 4A 示出根据本公开实施例的应用于人脸的活体检测装置的示意性框图。如图 4A 所示，该活体检测装置包括输入模块 41、数据预处理模块 42、深度神经网络模块 43 和检测结果输出模块 44。

10 输入模块 41，适用于不同硬件模组的数据输入，输入模块的数据输入形式包含以下中的一种或多种：深度图，纯近红外图，带光斑的近红外图，RGB 图，等等。具体的组合形式由不同的硬件方案所确定。

数据预处理模块 42，用于对输入模块输入的数据进行预处理，得到深度神经网络所需要的数据。图 4B 示出了根据本公开实施例的图 4A 中的数据预处理模块 42 的一种实现方式的示例性框图，其中，数据预处理模块的输入包括：深度传感器所获得的深度图

15 和图像传感器获得的图像（纯近红外图，带光斑的红外图，RGB 图等），图 4B 所示的例子中以深度图 421 和近红外图 422 作为数据预处理模块 42 的输入。在一些可能的实现方式中，数据预处理模块对输入数据的处理过程如下：图像对齐矫正 423 和人脸关键点检测 424，其中人脸关键点检测可以利用人脸关键点模型实现。

20 在图像对齐矫正 423 中，如果深度图和近红外图（或 RGB 图）不是同步对齐的，则需要根据相机的参数矩阵对输入的深度图和近红外图进行对齐/校正，以实现图像对齐。

在人脸关键点检测 424 中，将近红外图（或者 RGB 图）输入到人脸关键点模型进行人脸关键点检测，得到人脸关键点信息 425。

数据预处理模块的输出：输出形式和输入相对应，包括对齐校正后的人脸深度图（对应于输入的深度图 421）和人脸近红外图（对应于输入的近红外图 422）以及人脸关键点信息。在一些实施例中，深度神经网络模块 43 是二分类模型，例如，对于真实的人脸，分类的标签（label）为 0；对于 hack 的人脸，分类的 label 为 1。再例如，对于真实的人脸，分类的标签（label）为 1；对于 hack 的人脸，分类的 label 为 0，等等。图 4C 示出根据本公开实施例的图 4A 中的深度神经网络模块的一个例子的框图，如图 4C 所

25 示，深度神经网络模块的输入包括：经过数据预处理模块后得到的人脸深度图 431、人脸近红外图 432（或者其他形式的二维人脸图像）以及人脸关键点信息 433。在一些实施例中，深度神经网络模块的输出包括：判别分数，即判别为真人或 hack 的概率。深度神经网络的输出是一个二元值，将输出分数与预设的阈值进行比较，其中，阈值的设定可以根据准确率和召回率进行调节，例如，神经网络的输出分数若大于阈值，则判别

30 为 hack，若小于阈值，则判别为活体，等等。

在图 4C 所示的例子中，深度神经网络是一个多支路模型，支路的数量由输入图像

的数量决定, 图 4C 以人脸深度图和人脸近红外图为例, 深度神经网络包括两个分支, 每个支路包括多个卷积层 434、下采样层 435 和全连接层 436, 其中, 人脸深度图 431 和人脸关键点信息 433 输入到第一分支进行特征提取处理, 人脸近红外图 432 和人脸关键点信息 433 输入到第二分支进行特征提取处理, 最后将多支路提取到的特征连接到一起输入到全连接层 437, 最后经过 Softmax 层 438 的处理得到输出结果, 输出层的神经元个数为 2, 分别代表真人和 hack 的概率。需要说明的是, 图 4C 的两个分支的输入都包括人脸关键点信息, 而全连接层 437 正是利用人脸关键点信息, 将两个分支的全连接层 436 的输出的特征信息融合在一起, 假设第一分支中全连接层 436 的输出的是第一特征信息, 第二分支中全连接层 436 的输出的是第二特征信息, 而全连接层 437 利用人脸关键点信息通过全连接运算将第一特征信息和第二特征信息融合在一起。换句话说, 本公开实施例中, 利用人脸关键点信息, 融合人脸深度图和人脸近红外图, 从而得到最终的输出结果。

检测结果输出模块 44 的输出方式有多种。在一个例子中, 对于真实的人脸, 输出的结果标识为 0; 对于 hack 的人脸, 输出的结果标识为 1, 但本公开实施例对此不做限定。

本公开实施例提供的技术方案, 具有以下至少一种特点:

1) 在一些实施例中, 一方面, 联合具有深度信息的 3D 传感器和其他辅助图像, 如近红外图像, RGB 图像等。即利用多种新型 3D 数据, 作为人脸深度数据分布的基础。另一方面, 提出的框架可以适用于多种 3D 传感器的输入形式, 包括 TOF 相机提供的 3D 深度图 + 近红外图; 结构光相机提供的 3D 深度图+带光斑的近红外图; 3D 深度图+RGB 图; 3D 深度图+近红外图+RGB 图以及包含 3D 深度图和近红外图或 RGB 图的其他形式。而相关技术中, 以普通摄像头和双目为主, 没有充分挖掘人脸数据的深度信息, 存在着容易被高清无痕 hack 攻击通过的缺点, 而本公开实施例利用 3D 传感器采集到的人脸深度图, 能够防止平面的 hack 攻击。

2) 在一些实施例中, 融合了 3D 深度信息, 其他近红外数据或 RGB 数据, 人脸关键点信息以及眼角和瞳孔特征, 通过深度学习模型的训练来区分真人和 hack。而相关检测方法中, 以单一的数据为主, 没有利用多模态数据之间的相关性和互补性。也就是说, 普通的双目计算深度的方法, 存在着计算复杂度高、精度低的缺陷, 而本公开实施例能够有效利用当前的 3D 传感技术获得更精准的 3D 人脸数据分布。

3) 在一些实施例中, 融合了多支路模型, 多支路模型能够充分融合多模态的数据, 而且兼容多种数据形态, 能够通过神经网络学习到真实的人脸信息特征。而本公开实施例融合了人脸深度信息、近红外人脸信息或 RGB 图人脸信息、人脸关键点信息以及眼角、眼睛、瞳孔等多维度的生物特征融合技术, 弥补了单一技术容易被针对 hack 的缺点。

图 9 示出根据本公开实施例的活体检测装置的框图。如图 9 所示, 该装置包括: 获取模块 91, 配置为获取第一传感器感测到的目标对象的深度信息和第二传感器感测到的

目标图像；检测模块 92，配置为对目标图像进行关键点检测，得到目标对象的关键点信息；确定模块 93，配置为基于目标对象的深度信息和目标对象的关键点信息，得到目标对象的活体检测结果。在一些实施例中，目标对象为人脸。在一些实施例中，第二传感器为 RGB 传感器或者近红外传感器。

5 图 10 示出根据本公开实施例的活体检测装置的一示例性的框图。如图 10 所示：

在一些实施例中，该装置还包括：对齐模块 94，配置为根据第一传感器的参数以及第二传感器的参数，对齐目标对象的深度信息和目标图像。

10 在一些实施例中，确定模块 93 包括：第一确定子模块 931，配置为基于目标对象的深度信息和目标对象的关键点信息，得到第一特征信息；第二确定子模块 932，配置为基于目标对象的关键点信息，得到第二特征信息；第三确定子模块 933，配置为基于第一特征信息和第二特征信息，确定目标对象的活体检测结果。

15 在一些实施例中，第一确定子模块 931 配置为：将目标对象的深度信息和目标对象的关键点信息输入第一神经网络进行处理，得到第一特征信息；第二确定子模块 932 配置为：将目标图像和目标对象的关键点信息输入第二神经网络进行处理，得到第二特征信息。在一些实施例中，第一神经网络和第二神经网络具有相同的网络结构。

在一些实施例中，第一确定子模块 931 包括：第一卷积单元，配置为对目标对象的深度信息和目标对象的关键点信息进行卷积处理，得到第一卷积结果；第一下采样单元，配置为对第一卷积结果进行下采样处理，得到第一下采样结果；第一确定单元，配置为基于第一下采样结果，得到第一特征信息。

20 在一些实施例中，第二确定子模块 932 包括：第二卷积单元，配置为对目标图像和目标对象的关键点信息进行卷积处理，得到第二卷积结果；第二下采样单元，配置为对第二卷积结果进行下采样处理，得到第二下采样结果；第二确定单元，配置为基于第二下采样结果，得到第二特征信息。

25 在一些实施例中，第三确定子模块 933 包括：全连接单元，配置为对第一特征信息和第二特征信息进行融合处理（例如全连接运算），得到第三特征信息；第三确定单元，配置为根据第三特征信息，确定目标对象的活体检测结果。

30 在一些实施例中，第三确定单元包括：第一确定子单元，配置为基于第三特征信息，得到目标对象为活体的概率；第二确定子单元，配置为根据目标对象为活体的概率，确定目标对象的活体检测结果。本公开实施例通过结合目标对象的深度信息和目标图像进行活体检测，由此能够利用目标对象的深度信息和目标图像中的目标对象的关键点信息进行活体检测，从而能够提高活体检测的准确性，防止假体图像攻击。

图 11 是根据一示例性实施例示出的一种活体检测装置 800 的框图。例如，装置 800 可以是移动电话，计算机，数字广播终端，消息收发设备，游戏控制台，平板设备，医疗设备，健身设备，个人数字助理等。参照图 11，装置 800 可以包括以下一个或多个组件：处理组件 802，存储器 804，电源组件 806，多媒体组件 808，音频组件 810，输入/输出（I/O）的接口 812，传感器组件 814，以及通信组件 816。

处理组件 802 通常控制装置 800 的整体操作, 诸如与显示, 电话呼叫, 数据通信, 相机操作和记录操作相关联的操作。处理组件 802 可以包括一个或多个处理器 820 来执行指令, 以完成上述的方法的全部或部分步骤。此外, 处理组件 802 可以包括一个或多个模块, 便于处理组件 802 和其他组件之间的交互。例如, 处理组件 802 可以包括多媒体模块, 以方便多媒体组件 808 和处理组件 802 之间的交互。

存储器 804 被配置为存储各种类型的数据以支持在装置 800 的操作。这些数据的示例包括用于在装置 800 上操作的任何应用程序或方法的指令, 联系人数据, 电话簿数据, 消息, 图片, 视频等。存储器 804 可以由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现, 如静态随机存取存储器 (SRAM), 电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM), 可擦除可编程只读存储器 (EPROM), 可编程只读存储器 (PROM), 只读存储器 (ROM), 磁存储器, 快闪存储器, 磁盘或光盘。电源组件 806 为装置 800 的各种组件提供电力。电源组件 806 可以包括电源管理系统, 一个或多个电源, 及其他与为装置 800 生成、管理和分配电力相关联的组件。

多媒体组件 808 包括在所述装置 800 和用户之间的提供一个输出接口的屏幕。在一些实施例中, 屏幕可以包括液晶显示器 (LCD) 和触摸面板 (TP)。如果屏幕包括触摸面板, 屏幕可以被实现为触摸屏, 以接收来自用户的输入信号。触摸面板包括一个或多个触摸传感器以感测触摸、滑动和触摸面板上的手势。所述触摸传感器可以不仅感测触摸或滑动动作的边界, 而且还检测与所述触摸或滑动操作相关的持续时间和压力。在一些实施例中, 多媒体组件 808 包括一个前置摄像头和/或后置摄像头。当装置 800 处于操作模式, 如拍摄模式或视频模式时, 前置摄像头和/或后置摄像头可以接收外部的多媒体数据。每个前置摄像头和后置摄像头可以是一个固定的光学透镜系统或具有焦距和光学变焦能力。音频组件 810 被配置为输出和/或输入音频信号。例如, 音频组件 810 包括一个麦克风 (MIC), 当装置 800 处于操作模式, 如呼叫模式、记录模式和语音识别模式时, 麦克风被配置为接收外部音频信号。所接收的音频信号可以被进一步存储在存储器 804 或经由通信组件 816 发送。在一些实施例中, 音频组件 810 还包括一个扬声器, 用于输出音频信号。I/O 接口 812 为处理组件 802 和外围接口模块之间提供接口, 上述外围接口模块可以是键盘, 点击轮, 按钮等。这些按钮可包括但不限于: 主页按钮、音量按钮、启动按钮和锁定按钮。

传感器组件 814 包括一个或多个传感器, 用于为装置 800 提供各个方面的状态评估。例如, 传感器组件 814 可以检测到装置 800 的打开/关闭状态, 组件的相对定位, 例如所述组件为装置 800 的显示器和小键盘, 传感器组件 814 还可以检测装置 800 或装置 800 一个组件的位置改变, 用户与装置 800 接触的存在或不存在, 装置 800 方位或加速/减速和装置 800 的温度变化。传感器组件 814 可以包括接近传感器, 被配置用来在没有任何的物理接触时检测附近物体的存在。传感器组件 814 还可以包括光传感器, 如 CMOS 或 CCD 图像传感器, 用于在成像应用中使用。在一些实施例中, 该传感器组件 814 还可以包括加速度传感器, 陀螺仪传感器, 磁传感器, 压力传感器或温度传感器。

通信组件 816 被配置为便于装置 800 和其他设备之间有线或无线方式的通信。装置 800 可以接入基于通信标准的无线网络, 如 WiFi, 2G 或 3G, 或它们的组合。在一个示例性实施例中, 通信组件 816 经由广播信道接收来自外部广播管理系统的广播信号或广播相关信息。在一个示例性实施例中, 所述通信组件 816 还包括近场通信 (NFC) 模块, 以促进短程通信。例如, 在 NFC 模块可基于射频识别 (RFID) 技术, 红外数据协会 (IrDA) 技术, 超宽带 (UWB) 技术, 蓝牙 (BT) 技术和其他技术来实现。

在示例性实施例中, 装置 800 可以被一个或多个应用专用集成电路 (ASIC)、数字信号处理器 (DSP)、数字信号处理设备 (DSPD)、可编程逻辑器件 (PLD)、现场可编程门阵列 (FPGA)、控制器、微控制器、微处理器或其他电子元件实现, 用于执行上述方法。在示例性实施例中, 还提供了一种非易失性计算机可读存储介质, 例如包括计算机程序指令的存储器 804, 上述计算机程序指令可由装置 800 的处理器 820 执行以完成上述方法。

本公开实施例可以是系统、方法和/或计算机程序产品。计算机程序产品可以包括计算机可读存储介质, 其上载有用于使处理器实现本公开的各个方面的计算机可读程序指令。计算机可读存储介质可以是可以保持和存储由指令执行设备使用的指令的有形设备。计算机可读存储介质例如可以是——但不限于——电存储设备、磁存储设备、光存储设备、电磁存储设备、半导体存储设备或者上述的任意合适的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子 (非穷举的列表) 包括: 便携式计算机盘、硬盘、随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、可擦式可编程只读存储器 (EPROM 或闪存)、静态随机存取存储器 (SRAM)、便携式压缩盘只读存储器 (CD-ROM)、数字多功能盘 (DVD)、记忆棒、软盘、机械编码设备、例如其上存储有指令的打孔卡或凹槽内凸起结构、以及上述的任意合适的组合。这里所使用的计算机可读存储介质不被解释为瞬时信号本身, 诸如无线电波或者其他自由传播的电磁波、通过波导或其他传输媒介传播的电磁波 (例如, 通过光纤电缆的光脉冲)、或者通过电线传输的电信号。

这里所描述的计算机可读程序指令可以从计算机可读存储介质下载到各个计算/处理设备, 或者通过网络、例如因特网、局域网、广域网和/或无线网下载到外部计算机或外部存储设备。网络可以包括铜传输电缆、光纤传输、无线传输、路由器、防火墙、交换机、网关计算机和/或边缘服务器。每个计算/处理设备中的网络适配卡或者网络接口从网络接收计算机可读程序指令, 并转发该计算机可读程序指令, 以供存储在各个计算/处理设备中的计算机可读存储介质中。

用于执行本公开实施例操作的计算机程序指令可以是汇编指令、指令集架构 (ISA) 指令、机器指令、机器相关指令、微代码、固件指令、状态设置数据、或者以一种或多种编程语言的任意组合编写的源代码或目标代码, 所述编程语言包括面向对象的编程语言——诸如 Smalltalk、C++ 等, 以及常规的过程式编程语言——诸如 “C” 语言或类似的编程语言。计算机可读程序指令可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或

者完全在远程计算机或服务器上执行。在涉及远程计算机的情形中，远程计算机可以通过任意种类的网络—包括局域网（LAN）或广域网（WAN）—连接到用户计算机，或者，可以连接到外部计算机（例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接）。在一些实施例中，通过利用计算机可读程序指令的状态信息来个性化定制电子电路，例如可编程逻辑电路、现场可编程门阵列（FPGA）或可编程逻辑阵列（PLA），该电子电路可以执行计算机可读程序指令，从而实现本公开实施例的各个方面。

这里参照根据本公开实施例的方法、装置（系统）和计算机程序产品的流程图和/或框图描述了本公开实施例的各个方面。应当理解，流程图和/或框图的每个方框以及流程图和/或框图中各方框的组合，都可以由计算机可读程序指令实现。

这些计算机可读程序指令可以提供给通用计算机、专用计算机或其它可编程数据处理装置的处理器，从而生产出一种机器，使得这些指令在通过计算机或其它可编程数据处理装置的处理器执行时，产生了实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作的装置。也可以把这些计算机可读程序指令存储在计算机可读存储介质中，这些指令使得计算机、可编程数据处理装置和/或其他设备以特定方式工作，从而，存储有指令的计算机可读介质则包括一个制造品，其包括实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作的各个方面的指令。

也可以把计算机可读程序指令加载到计算机、其它可编程数据处理装置、或其它设备上，使得在计算机、其它可编程数据处理装置或其它设备上执行一系列操作步骤，以产生计算机实现的过程，从而使得在计算机、其它可编程数据处理装置、或其它设备上执行的指令实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作。

附图中的流程图和框图显示了根据本公开实施例的多个实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上，流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或指令的一部分，所述模块、程序段或指令的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。在有些作为替换的实现中，方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如，两个连续的方框实际上可以基本并行地执行，它们有时也可以按相反的顺序执行，这依所涉及的功能而定。也要注意的，框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合，可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现，或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

以上已经描述了本公开的各实施例，上述说明是示例性的，并非穷尽性的，并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下，对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择，旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场中的技术的技术改进，或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。

权利要求书

- 1、一种活体检测方法，包括：获取第一传感器感测到的目标对象的深度信息和第二传感器感测到的目标图像；对所述目标图像进行关键点检测，得到所述目标对象的关键点信息；基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到所述目标对象的活体检测结果。
5
- 2、根据权利要求1所述的方法，所述目标对象为人脸。
- 3、根据权利要求1或2所述的方法，所述第二传感器为RGB传感器或者近红外传感器。
- 4、根据权利要求1至3中任意一项所述的方法，所述第一传感器为飞行时间TOF
10 传感器或结构光传感器。
- 5、根据权利要求1至4中任意一项所述的方法，在对所述目标图像进行关键点检测之前，所述方法还包括：根据所述第一传感器的参数以及所述第二传感器的参数，对齐所述目标对象的深度信息和所述目标图像。
- 6、根据权利要求1至5中任意一项所述的方法，基于所述目标对象的深度信息和
15 所述目标对象的关键点信息，得到所述目标对象的活体检测结果，包括：基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到第一特征信息；基于所述目标对象的关键点信息，得到第二特征信息；基于所述第一特征信息和所述第二特征信息，确定所述目标对象的活体检测结果。
- 7、根据权利要求6所述的方法，基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到第一特征信息，包括：将所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息输入第一神经网络进行处理，得到第一特征信息；
20 基于所述目标对象的关键点信息，得到第二特征信息，包括：将所述目标图像和所述目标对象的关键点信息输入第二神经网络进行处理，得到第二特征信息。
- 8、根据权利要求6或7所述的方法，基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到第一特征信息，包括：对所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息进行卷积处理，得到第一卷积结果；对所述第一卷积结果进行下采样处理，得到第一下采样结果；基于所述第一下采样结果，得到第一特征信息。
25
- 9、根据权利要求6至8中任意一项所述的方法，基于所述目标对象的关键点信息，得到第二特征信息，包括：对所述目标图像和所述目标对象的关键点信息进行卷积处理，

得到第二卷积结果；对所述第二卷积结果进行下采样处理，得到第二下采样结果；基于所述第二下采样结果，得到第二特征信息。

10、根据权利要求 6 至 9 中任意一项所述的方法，基于所述第一特征信息和所述第二特征信息，确定所述目标对象的活体检测结果，包括：对所述第一特征信息和所述第二特征信息进行融合处理，得到第三特征信息；根据所述第三特征信息，确定所述目标对象的活体检测结果。

11、根据权利要求 10 所述的方法，根据所述第三特征信息，确定活体检测结果，包括：基于所述第三特征信息，得到所述目标对象为活体的概率；

根据所述目标对象为活体的概率，确定所述目标对象的活体检测结果。

12、一种活体检测装置，包括：获取模块，配置为获取第一传感器感测到的目标对象的深度信息和第二传感器感测到的目标图像；检测模块，配置为对所述目标图像进行关键点检测，得到所述目标对象的关键点信息；确定模块，配置为基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到所述目标对象的活体检测结果。

13、根据权利要求 12 所述的装置，所述目标对象为人脸。

14、根据权利要求 12 或 13 所述的装置，所述第二传感器为 RGB 传感器或者近红外传感器。

15、根据权利要求 12 至 14 中任意一项所述的装置，所述第一传感器为飞行时间 TOF 传感器或结构光传感器。

16、根据权利要求 12 至 15 中任意一项所述的装置，所述装置还包括：对齐模块，配置为根据所述第一传感器的参数以及所述第二传感器的参数，对齐所述目标对象的深度信息和所述目标图像。

17、根据权利要求 12 至 16 中任意一项所述的装置，所述确定模块包括：第一确定子模块，配置为基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到第一特征信息；第二确定子模块，配置为基于所述目标对象的关键点信息，得到第二特征信息；第三确定子模块，配置为基于所述第一特征信息和所述第二特征信息，确定所述目标对象的活体检测结果。

18、根据权利要求 17 所述的装置，所述第一确定子模块配置为：将所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息输入第一神经网络进行处理，得到第一特征信息；所述第二确定子模块配置为：将所述目标图像和所述目标对象的关键点信息输入第二神经网络进行处理，得到第二特征信息。

19、根据权利要求 17 或 18 所述的装置，所述第一确定子模块包括：第一卷积单元，配置为对所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息进行卷积处理，得到第一卷积结果；第一下采样单元，配置为对所述第一卷积结果进行下采样处理，得到第一下采样结果；第一确定单元，配置为基于所述第一下采样结果，得到第一特征信息。

5 20、根据权利要求 17 至 19 中任意一项所述的装置，所述第二确定子模块包括：第二卷积单元，配置为对所述目标图像和所述目标对象的关键点信息进行卷积处理，得到第二卷积结果；第二下采样单元，配置为对所述第二卷积结果进行下采样处理，得到第二下采样结果；第二确定单元，配置为基于所述第二下采样结果，得到第二特征信息。

10 21、根据权利要求 17 至 20 中任意一项所述的装置，所述第三确定子模块包括：全连接单元，配置为对所述第一特征信息和所述第二特征信息进行融合处理，得到第三特征信息；第三确定单元，配置为根据所述第三特征信息，确定所述目标对象的活体检测结果。

15 22、根据权利要求 21 所述的装置，所述第三确定单元包括：第一确定子单元，配置为基于所述第三特征信息，得到所述目标对象为活体的概率；第二确定子单元，配置为根据所述目标对象为活体的概率，确定所述目标对象的活体检测结果。

23、一种活体检测装置，包括：存储器，配置为存储计算机可读指令；处理器，配置为执行所述存储器中存储的计算机可读指令，其中，对所述计算机可读指令的执行使得所述处理器执行权利要求 1 至 11 中任意一项所述的方法。

20 24、一种非易失性计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序指令，所述计算机程序指令被处理器执行时实现权利要求 1 至 11 中任意一项所述的方法。

25、一种活体检测系统，包括：权利要求 23 所述的活体检测装置、所述第一传感器和所述第二传感器。

26、一种活体检测系统，包括：权利要求 24 所述的非易失性计算机可读存储介质、所述第一传感器和所述第二传感器。

25 27、一种电子设备，包括：第一传感器，配置为检测目标对象的深度信息；第二传感器，配置为采集包括所述目标对象的目标图像；处理器，配置为对所述第二传感器采集到的目标对象进行关键点检测，得到所述目标对象的关键点信息，并基于所述第一传感器检测到的所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到所述目标对象的活体检测结果。

30 28、根据权利要求 27 所述的电子设备，所述第二传感器为 RGB 传感器或者近红外

传感器。

29、根据权利要求 27 或 28 所述的电子设备，所述第一传感器为飞行时间 TOF 传感器或结构光传感器。

30、根据权利要求 27 至 29 中任意一项所述的电子设备，所述处理器还配置为：根据所述第一传感器的参数以及所述第二传感器的参数，对齐所述目标对象的深度信息和所述目标图像。

31、根据权利要求 27 至 30 中任意一项所述的电子设备，所述处理器配置为：基于所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息，得到第一特征信息；基于所述目标对象的关键点信息，得到第二特征信息；基于所述第一特征信息和所述第二特征信息，确定所述目标对象的活体检测结果。

32、根据权利要求 31 所述的电子设备，所述处理器配置为：将所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息输入第一神经网络进行处理，得到第一特征信息；

基于所述目标对象的关键点信息，得到第二特征信息，包括：将所述目标图像和所述目标对象的关键点信息输入第二神经网络进行处理，得到第二特征信息。

33、根据权利要求 31 或 32 所述的电子设备，所述处理器配置为：对所述目标对象的深度信息和所述目标对象的关键点信息进行卷积处理，得到第一卷积结果；对所述第一卷积结果进行下采样处理，得到第一下采样结果；基于所述第一下采样结果，得到第一特征信息。

34、根据权利要求 31 至 33 中任意一项所述的电子设备，所述处理器配置为：对所述目标图像和所述目标对象的关键点信息进行卷积处理，得到第二卷积结果；对所述第二卷积结果进行下采样处理，得到第二下采样结果；基于所述第二下采样结果，得到第二特征信息。

35、根据权利要求 31 至 34 中任意一项所述的电子设备，所述处理器配置为：对所述第一特征信息和所述第二特征信息进行融合处理，得到第三特征信息；根据所述第三特征信息，确定所述目标对象的活体检测结果。

36、根据权利要求 35 所述的电子设备，所述处理器配置为：

基于所述第三特征信息，得到所述目标对象为活体的概率；

根据所述目标对象为活体的概率，确定所述目标对象的活体检测结果。

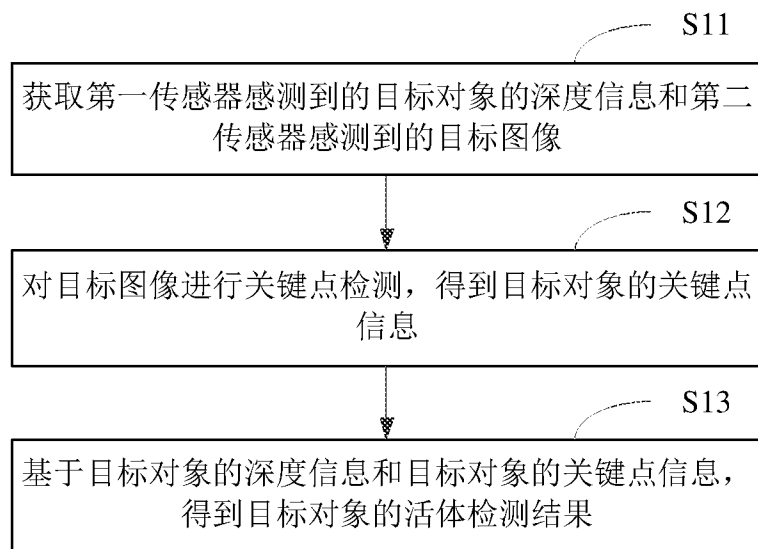


图 1

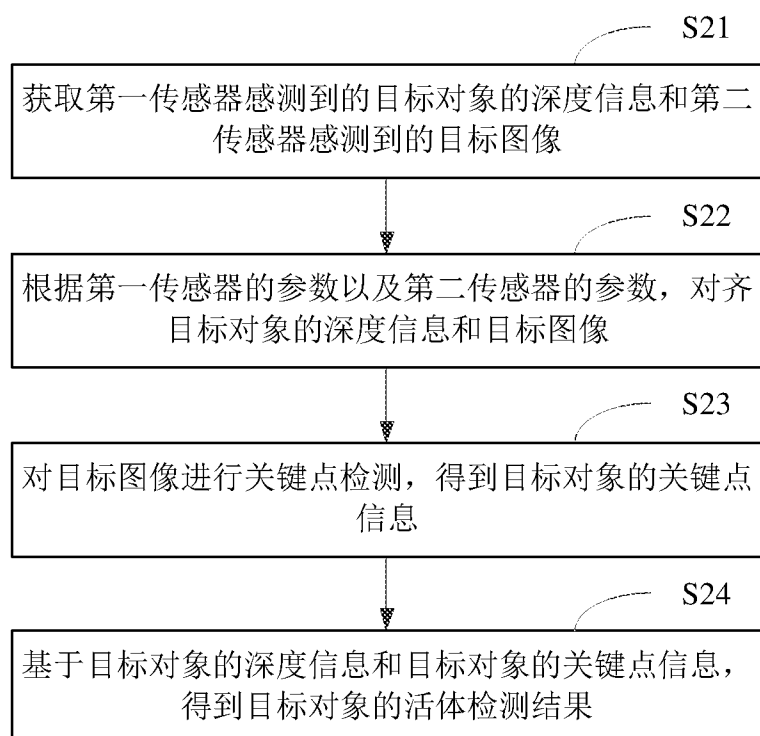


图 2

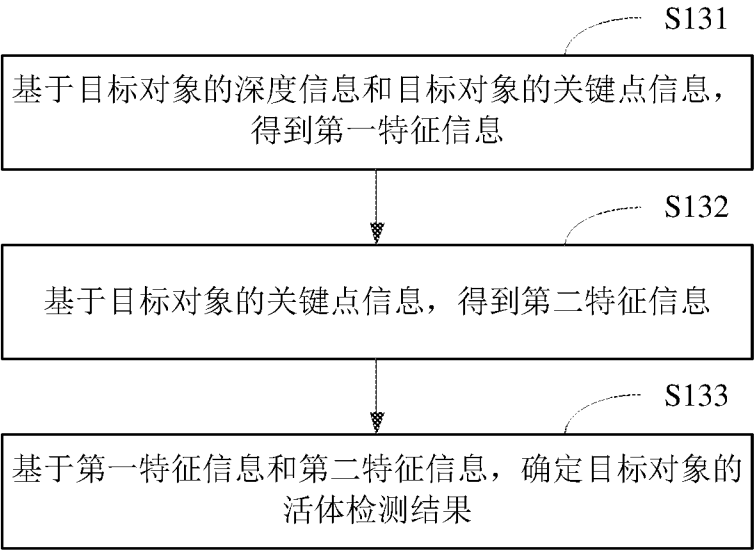


图 3

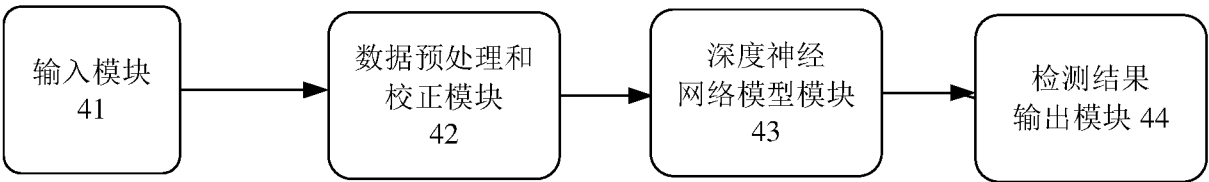


图 4A

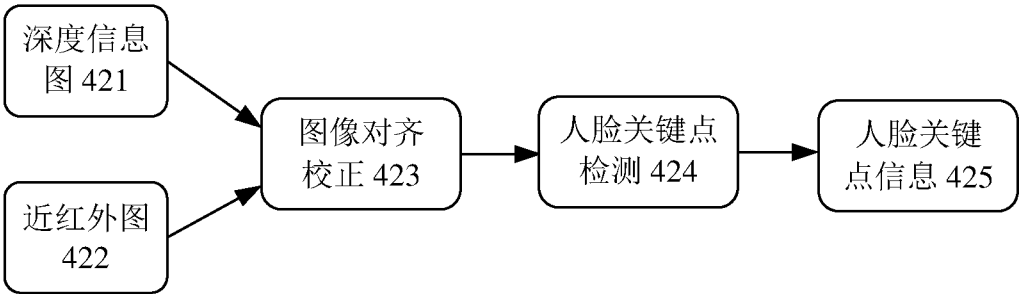


图 4B

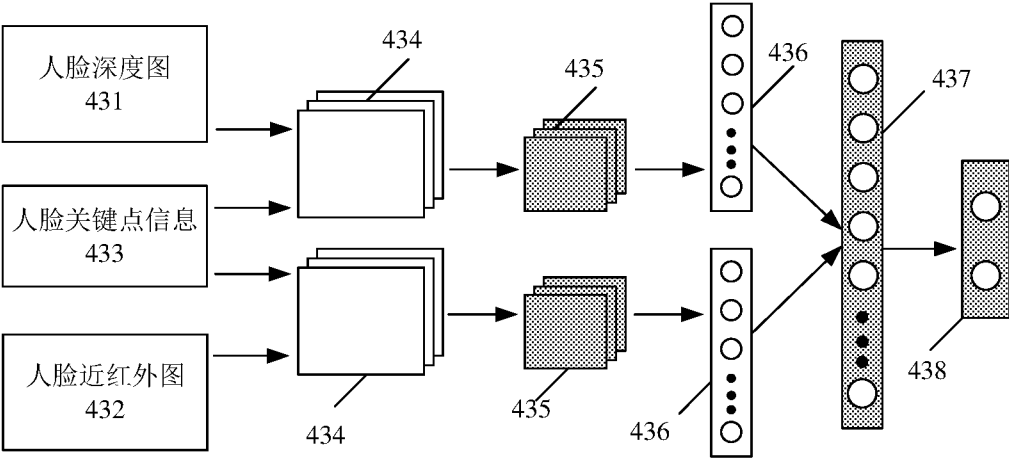


图 4C

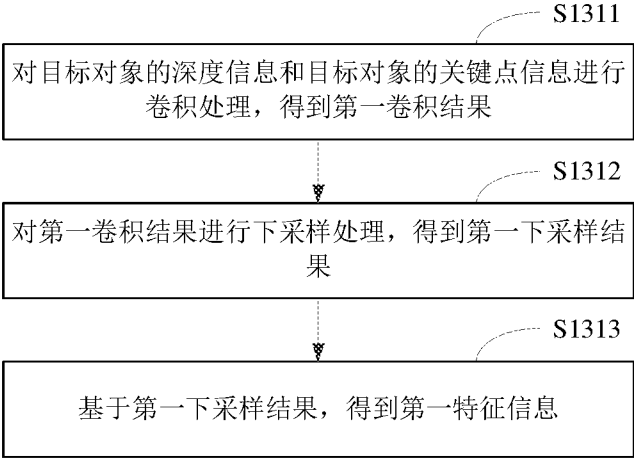


图 5

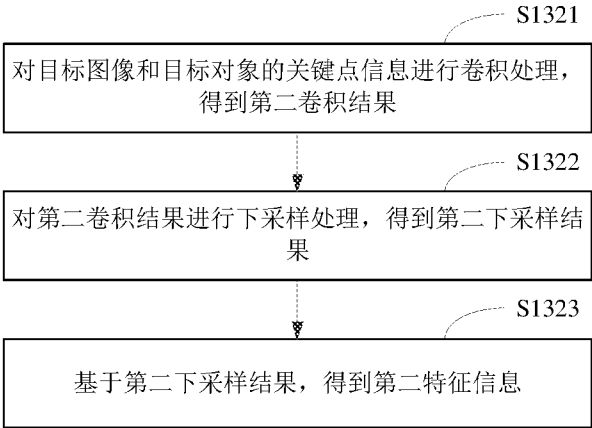


图 6

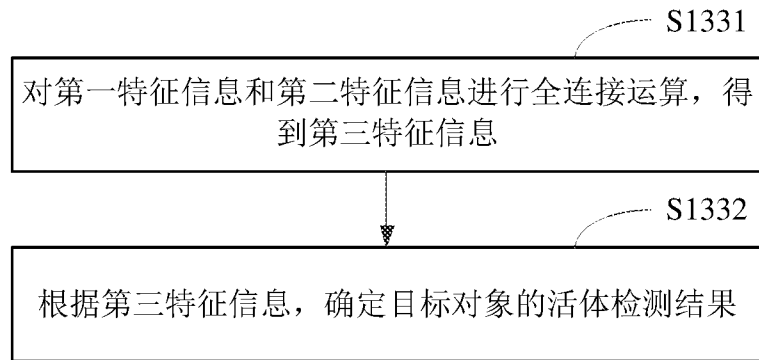


图 7

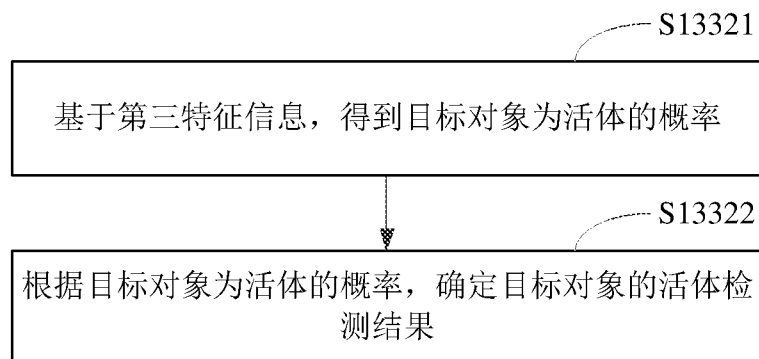


图 8

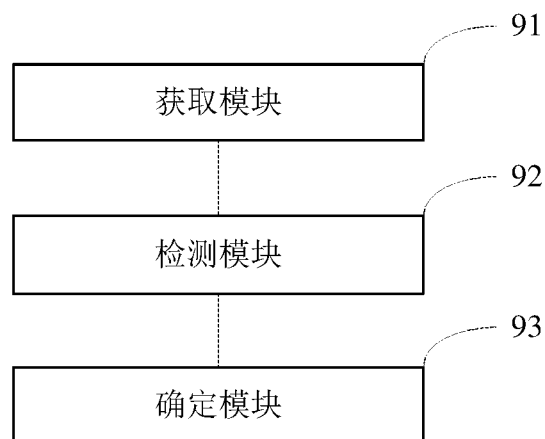


图 9

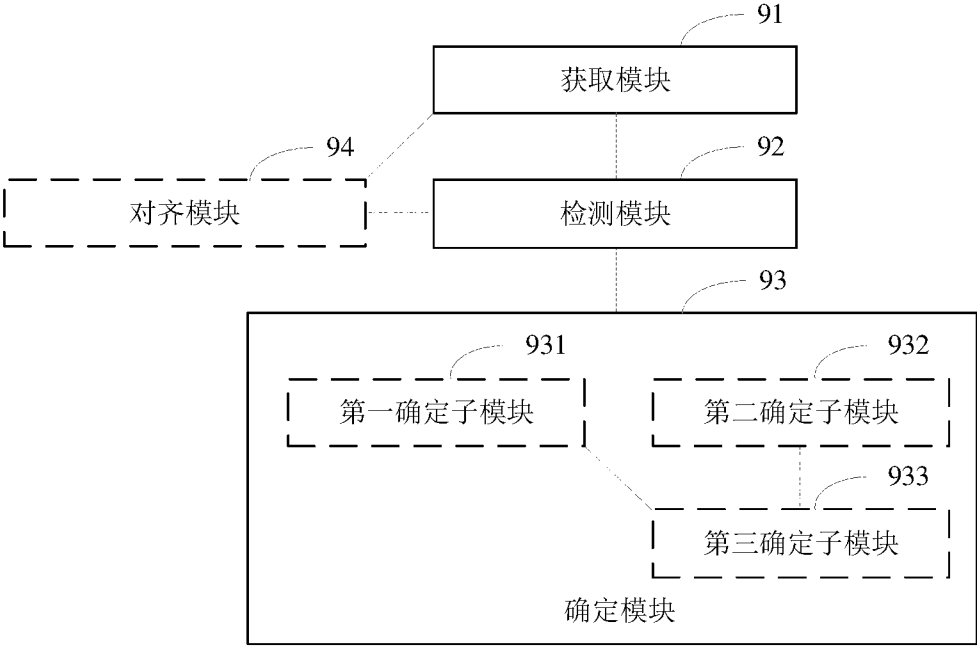


图 10

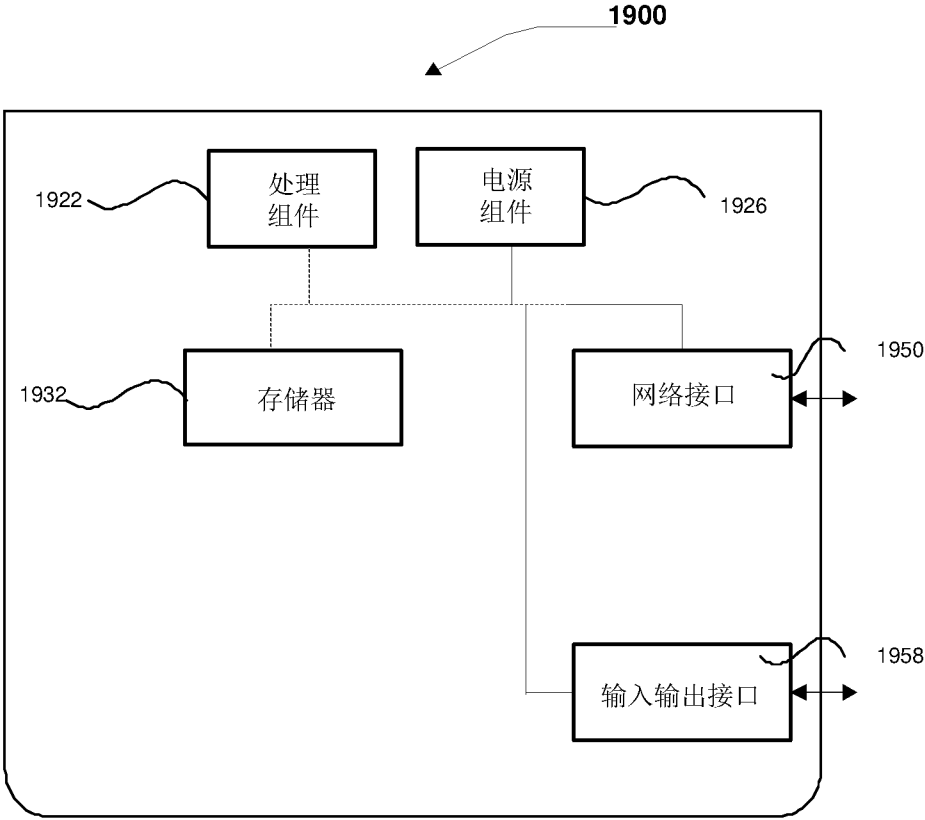


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/115499

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 9/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06K G06N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, SIPOABS, DWPI, CNKI: 人脸, 检测, 感测, 深度, 传感, 图像, 图片, 关键点, face, detection, sense, depth, image, key point

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 108764069 A (BEIJING SENSETIME SCIENCE AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 06 November 2018 (2018-11-06) entire document	1-36
X	CN 107590430 A (BAIDU ONLINE NETWORK TECHNOLOGY (BEIJING) CO., LTD.) 16 January 2018 (2018-01-16) description, paragraphs [0055]-[0160]	1-36
A	CN 105956518 A (TENCENT TECHNOLOGY SHENZHEN CO., LTD.) 21 September 2016 (2016-09-21) entire document	1-36



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 January 2019

Date of mailing of the international search report

30 January 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/115499

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108764069	A	06 November 2018	None			
CN	107590430	A	16 January 2018	None			
CN	105956518	A	21 September 2016	WO	2017181769	A1	26 October 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/115499

A. 主题的分类 G06K 9/00 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类														
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G06K G06N 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNABS, SIPOABS, DWPI, CNKI: 人脸, 检测, 感测, 深度, 传感, 图像, 图片, 关键点, face, detection, sense, depth, image, key point														
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 108764069 A (北京市商汤科技开发有限公司) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文</td> <td>1-36</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 107590430 A (百度在线网络技术北京有限公司) 2018年 1月 16日 (2018 - 01 - 16) 说明书第[0055]-[0160]段</td> <td>1-36</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105956518 A (腾讯科技深圳有限公司) 2016年 9月 21日 (2016 - 09 - 21) 全文</td> <td>1-36</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 108764069 A (北京市商汤科技开发有限公司) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文	1-36	X	CN 107590430 A (百度在线网络技术北京有限公司) 2018年 1月 16日 (2018 - 01 - 16) 说明书第[0055]-[0160]段	1-36	A	CN 105956518 A (腾讯科技深圳有限公司) 2016年 9月 21日 (2016 - 09 - 21) 全文	1-36
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求												
PX	CN 108764069 A (北京市商汤科技开发有限公司) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文	1-36												
X	CN 107590430 A (百度在线网络技术北京有限公司) 2018年 1月 16日 (2018 - 01 - 16) 说明书第[0055]-[0160]段	1-36												
A	CN 105956518 A (腾讯科技深圳有限公司) 2016年 9月 21日 (2016 - 09 - 21) 全文	1-36												
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。														
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件														
国际检索实际完成的日期 2019年 1月 22日		国际检索报告邮寄日期 2019年 1月 30日												
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		授权官员 张妍 电话号码 86-(10)-62412178												

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/115499

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	108764069	A	2018年 11月 6日	无			
CN	107590430	A	2018年 1月 16日	无			
CN	105956518	A	2016年 9月 21日	WO	2017181769	A1	2017年 10月 26日