

(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
2020 年 12 月 17 日 (17.12.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/249076 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 3/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/095787
- (22) 国际申请日: 2020 年 6 月 12 日 (12.06.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910514753.7 2019年6月14日 (14.06.2019) CN
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 王利强(WANG, Liqiang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 丁欣(DING, Xin); 中国广东省深

圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 姜永涛(JIANG, Yongtao); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 卢恒惠(LU, Henghui); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 周恒(ZHOU, Heng); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 何剑兰(HE, Jianlan); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (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,

(54) Title: FACE CALIBRATION METHOD AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 一种人脸校正方法及电子设备

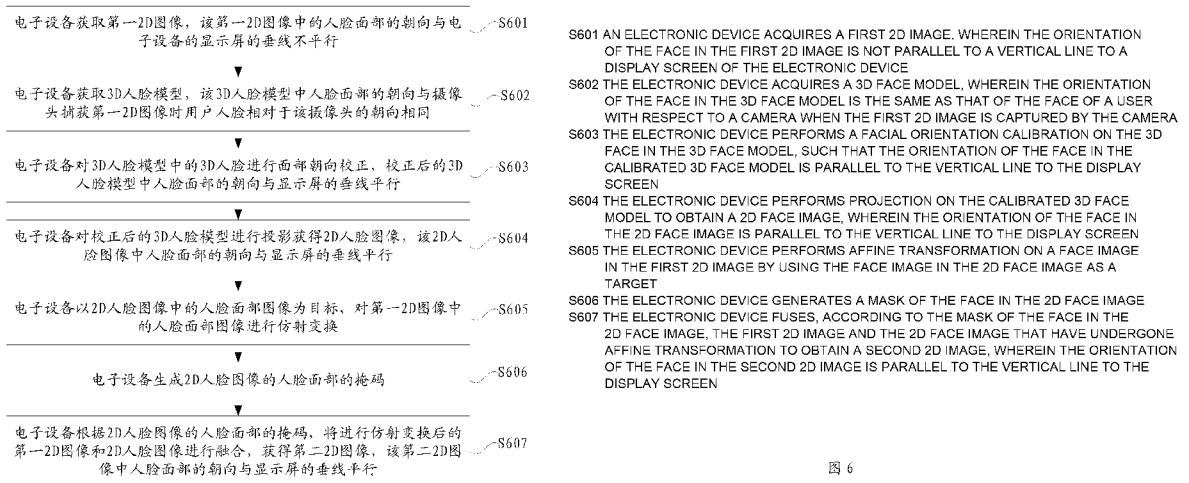


图 6

(57) Abstract: A face calibration method and an electronic device. The present invention relates to the field of image processing and enables natural video communication, thus increasing communication efficiency. In particular, the method comprises: acquiring an original 2D image and a 3D face model, wherein the face in the original 2D image and the 3D face model does not face directly toward a display screen; performing a facial orientation calibration on the 3D face in the 3D face model, such that the face in the calibrated 3D face model faces directly toward the display screen; performing projection on the calibrated 3D face model to obtain a 2D face image; performing affine transformation on a face image in the original 2D image by using the face image in the 2D face image as a target; according to a mask of the face in the 2D face image, fusing the original 2D image and the 2D face image that have undergone affine transformation to obtain a 2D image in which the face faces directly toward the display screen.

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, 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))。

(57) 摘要: 一种人脸校正方法及电子设备, 涉及图像处理领域, 使得视频时沟通更自然, 提高了沟通效率。具体为: 获取原2D图像和3D人脸模型, 原2D图像和3D人脸模型中人脸面部并未正对显示屏; 对3D人脸模型中的3D人脸进行面部朝向校正, 校正后的3D人脸模型中人脸面部正对显示屏; 对校正后的3D人脸模型进行投影获得2D人脸图像; 以该2D人脸图像中的人脸面部图像为目标, 对原2D图像中的人脸面部图像进行仿射变换; 根据2D人脸图像的人脸面部的掩码, 将进行仿射变换后的原2D图像和2D人脸图像进行融合获得人脸面部正对显示屏的2D图像。

一种人脸校正方法及电子设备

本申请要求在 2019 年 6 月 14 日提交中国国家知识产权局、申请号为 201910514753.7 的中国专利申请的优先权，发明名称为“一种人脸校正方法及电子设备”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及图像处理领域，尤其涉及一种人脸校正方法及电子设备。

背景技术

随着移动互联网的发展，视频会议和视频聊天的应用越来越广泛。在进行视频会议或视频聊天的过程中，如果视频双方能够进行眼神交互，则能给视频参与者带来良好的交流体验。一般而言，在进行视频会议或视频聊天时，只有在视频参与者的面部和视线朝向摄像头时，对方才会觉得视频画面中的人与自己存在眼神交互。如果视频参与者面部或视线朝向的是显示屏，而不是摄像头，则对方会觉得该视频参与者眼睛看向别处，与自己并没有眼神交流。

例如，如图 1 所示，用户 1 利用台式电脑与用户 2 进行视频会议。该台式电脑的显示屏与摄像头之间存在一定的角度和距离。又例如，如图 2 所示，用户 1 利用华为笔记本电脑与用户 2 进行视频聊天。华为笔记本电脑的摄像头为隐藏式设计，位于显示屏的下方（图 2 中仅是为了示意出摄像头的位置，不表示摄像头的实际设置方式）。结合图 1 或图 2，在用户 1 与用户 2 视频的过程中，如果用户 1 看向显示屏，也即其面部或视线并未朝向摄像头，那么该摄像头采集到的视频画面中用户 1 的面部或视线朝向并未正对显示屏。这样，用户 2 在视频画面中会看到用户 1 看向别处。例如，如图 3 所示，用户 2 看到的视频画面中，用户 1 的面部朝上，眼睛向上看，与自己并没有进行眼神交流。这会导致沟通不自然，降低沟通效率。

发明内容

本申请实施例提供一种人脸校正方法及电子设备，解决了在显示屏与摄像头之间存在一定的角度或距离时，如果用户未看向摄像头而是看向显示屏，使得对方看到的视频画面中人看向别处，与自己没有眼神交流，导致沟通不自然，沟通效率低下的问题。

为了达到上述目的，本申请实施例采用如下技术方案：

第一方面，本申请实施例提供一种人脸校正方法，该方法可以包括：电子设备获取第一 2D 图像，该第一 2D 图像中的人脸面部的朝向与电子设备的显示屏的垂线不平行，即第一 2D 图像中的人脸面部并未正对电子设备的显示屏；电子设备获取 3D 人脸模型，该 3D 人脸模型中人脸面部的朝向与摄像头捕获第一 2D 图像时用户人脸相对于摄像头的朝向相同，该 3D 人脸模型中人脸面部也并未正对显示屏；电子设备对 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正，校正后的 3D 人脸模型中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行，也就是说，校正后的 3D 人脸模型中人脸面部正对显示屏；电子设备对校正后的 3D 人脸模型进行投影，获得 2D 人脸图像，该 2D 人脸图像中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行，即该 2D 人脸图像中人脸面部正对显示屏；电子设备以 2D 人脸图像中的人脸面部图像为目标，对第一 2D 图像中的人脸面部图像进行仿射变换（或透视变换）；电子设备生成 2D 人脸图像的人脸面部的掩码（mask）；电子设备根据 2D 人脸图像的人脸面

部的 mask，将进行仿射变换后的第一 2D 图像和 2D 人脸图像进行融合，获得第二 2D 图像，该第二 2D 图像中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行，即该第二 2D 图像中人脸面部正对显示屏。

本申请实施例提供的人脸校正方法，获取原 2D 图像和 3D 人脸模型，通过对 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行校正后重新投影得到 2D 人脸图像。另外，通过对原 2D 图像进行人脸仿射变换（或透视变换），并基于人脸掩码对进行仿射变换后的原 2D 图像和 2D 人脸图像进行无缝融合，实现了对人脸朝向的校正。使得对端用户观看到的视频画面中的人不会看向别处，会觉得视频画面中的人与自己存在眼神交流，使得沟通更自然，提高沟通效率。且这种融合方法计算量小，无需占用很多资源。

结合第一方面，在一种可能的实现方式中，上述电子设备还可包括上述摄像头，该摄像头和显示屏之间存在以下至少一种关系：该摄像头的朝向与电子设备的显示屏的朝向不同，摄像头与显示屏之间存在距离；上述电子设备获取第一 2D 图像，可以包括：电子设备通过摄像头采集图像序列，该图像序列中包括第一 2D 图像。在用户利用电子设备与其他用户视频时，对于摄像头采集到的图像序列中，用户面部朝向不是正对显示屏的 2D 图像可以通过本实施例提供的方法进行人脸校正或视线校正，还可同时进行人脸和视线的校正，使得沟通更自然。

结合第一方面或上述可能的实现方式，在另一种可能的实现方式中，上述摄像头可以为 2D 摄像头；电子设备获取 3D 人脸模型，具体的可以包括：电子设备根据第一 2D 图像进行人脸 3D 重建，获得 3D 人脸模型。如果上述摄像头是 3D 摄像头，则可直接通过 3D 摄像头获取 3D 人脸模型。如果上述摄像头是 2D 摄像头，则可以根据摄像头捕获的 2D 图像进行人脸 3D 重建，获得 3D 人脸模型。

结合第一方面或上述可能的实现方式，在另一种可能的实现方式中，上述电子设备根据第一 2D 图像进行人脸 3D 重建，获得 3D 人脸模型，具体的可以包括：电子设备对第一 2D 图像进行检测，获取人脸面部的轮廓和特征点的位置，该特征点可以包括人脸的眉毛，眼睛，鼻子及嘴巴对应位置处的特征点；电子设备根据人脸面部的轮廓和特征点的位置进行人脸 3D 重建，获得 3D 人脸模型。通过对第一 2D 图像进行人脸检测，可获得人脸面部的轮廓和特征点的位置。根据人脸面部轮廓和特征点可实现人脸 3D 重建，获得 3D 人脸模型。

结合第一方面或上述可能的实现方式，在另一种可能的实现方式中，上述电子设备对 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正，具体的可以包括：电子设备获取摄像头的朝向与显示屏的朝向的夹角；电子设备根据摄像头的朝向与显示屏的朝向的夹角，对 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正。根据摄像头与显示屏的朝向的夹角对 3D 人脸模型中的 3D 人脸的面部朝向进行校正，可使得校正后的 3D 人脸模型中的 3D 人脸正对显示屏。

结合第一方面或上述可能的实现方式，在另一种可能的实现方式中，上述电子设备对校正后的 3D 人脸模型进行投影，获得 2D 人脸图像，具体的可以包括：电子设备对校正后的 3D 人脸模型进行投影，获得人脸投影图像；电子设备根据校正 3D 人脸模型中 3D 人脸的面部朝向时对 3D 人脸旋转的角度和方向，对人脸投影图像中的人脸位置进行调整，获得 2D 人脸图像。通过对获得的人脸投影图像中人脸位置的调制，可进一步的对用户的视线朝向进行校正，使得沟通更自然，进一步的提高沟通效率。

结合第一方面或上述可能的实现方式，在另一种可能的实现方式中，在上述获得 2D

人脸图像之后，该方法还可以包括：电子设备对 2D 人脸图像进行检测，获取 2D 人脸图像的控制点的位置，人脸面部的特征点的位置以及人脸面部的轮廓；其中，控制点可以包括以下至少一个位置处的特征点：人脸的额头对应位置处的特征点，人的颈部对应位置处的特征点；在人脸面部的轮廓中，人脸下巴对应位置处的特征点是 2D 人脸图像对应位置处的特征点，人脸面部的轮廓中除人脸下巴对应位置处的特征点是第一 2D 图像对应位置处的特征点；另外，对上述第一 2D 图像的检测时，也可以获得第一 2D 图像的特征点的位置；电子设备以 2D 人脸图像中的人脸面部图像为目标，对第一 2D 图像中的人脸面部图像进行仿射变换，具体的可以包括：电子设备根据 2D 人脸图像的人脸面部的特征点的位置，控制点的位置，以及人脸面部的轮廓，对 2D 人脸图像中的人脸面部图像进行区域划分，得到多个第一区域块；电子设备根据第一 2D 图像的人脸面部的特征点的位置，控制点的位置，以及人脸面部的轮廓，对第一 2D 图像中的人脸面部图像进行区域划分，得到多个第二区域块；其中，多个第一区域块与多个第二区域块一一对应，第一 2D 图像的控制点的位置是对第一 2D 图像进行检测得到的；电子设备以 2D 人脸图像中每个第一区域块为目标，对第一 2D 图像中对应的每个第二区域块进行仿射变换。由于单检测人脸轮廓和眉毛、眼睛、鼻子及嘴巴对应位置处的特征点，获得的轮廓区域有限。通过在这些特征点的基础上，进一步的增加额头和颈部中至少一个位置处的特征点，用于识别人脸轮廓区域，以保护第一 2D 图像在人脸变形（如上述仿射变换）时人脸轮廓不会变化。

结合第一方面或上述可能的实现方式，在另一种可能的实现方式中，在上述生成 2D 人脸图像的人脸面部的掩码之后，该方法还可以包括：电子设备对 2D 人脸图像的人脸面部的 mask 进行腐蚀处理；上述电子设备根据 2D 人脸图像的人脸面部的 mask，将进行仿射变换后的第一 2D 图像和 2D 人脸图像进行融合，获得第二 2D 图像，具体的可以包括：电子设备根据腐蚀处理后的 2D 人脸图像的人脸面部的 mask，将进行仿射变换后的第一 2D 图像和 2D 人脸图像进行融合，获得第二 2D 图像。可以通过对生成的 2D 人脸图像的人脸面部的掩码进行腐蚀优化处理，以缩小人脸面部的掩码面积，然后，再利用进行腐蚀优化后的人脸面部掩码进行图像的无缝拼接融合。

结合第一方面或上述可能的实现方式，在另一种可能的实现方式中，在上述获得第二 2D 图像后，该方法还可以包括：电子设备用第二 2D 图像覆盖第一 2D 图像对应区域中的图像，生成校正后的图像。这样，可以较真实的保护背景信息。

第二方面，本申请实施例提供一种电子设备，该电子设备可以包括：处理器，存储器和显示屏；处理器，存储器以及显示屏耦合，存储器可用于存储计算机程序代码，计算机程序代码包括计算机指令，当计算机指令被电子设备执行时，使得电子设备执行如下操作：获取第一 2D 图像，该第一 2D 图像中的人脸面部的朝向与显示屏的垂线不平行；获取 3D 人脸模型，该 3D 人脸模型中人脸面部的朝向与摄像头捕获第一 2D 图像时用户人脸相对于摄像头的朝向相同；对 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正，校正后的 3D 人脸模型中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行；对校正后的 3D 人脸模型进行投影，获得 2D 人脸图像，2D 人脸图像中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行；以 2D 人脸图像中的人脸面部图像为目标，对第一 2D 图像中的人脸面部图像进行仿射变换；生成 2D 人脸图像的人脸面部的掩码（mask）；根据 2D 人脸图像的人脸面部的 mask，将进行仿射变换后的第一 2D 图像和 2D 人脸图像进行融合，获得第二 2D 图像，第二 2D 图像中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行。

结合第二方面，在一种可能的实现方式中，电子设备还可包括上述摄像头，摄像头

和显示屏之间存在以下至少一种关系：摄像头的朝向与显示屏的朝向不同，摄像头与显示屏之间存在距离；上述获取第一 2D 图像，具体可以为：通过摄像头采集图像序列，图像序列中包括第一 2D 图像。

结合第二方面或上述可能的实现方式，在另一种可能的实现方式中，上述摄像头可以为 2D 摄像头；上述获取 3D 人脸模型，具体可以为：根据第一 2D 图像进行人脸 3D 重建，获得 3D 人脸模型。

结合第二方面或上述可能的实现方式，在另一种可能的实现方式中，上述根据第一 2D 图像进行人脸 3D 重建，获得 3D 人脸模型，具体可以为：对第一 2D 图像进行检测，获取人脸面部的轮廓和特征点的位置，特征点包括人脸的眉毛，眼睛，鼻子及嘴巴对应位置处的特征点；根据人脸面部的轮廓和特征点的位置进行人脸 3D 重建，获得 3D 人脸模型。

结合第二方面或上述可能的实现方式，在另一种可能的实现方式中，上述对 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正，具体可以为：获取摄像头的朝向与显示屏的朝向的夹角；根据摄像头的朝向与显示屏的朝向的夹角，对 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正。

结合第二方面或上述可能的实现方式，在另一种可能的实现方式中，上述对校正后的 3D 人脸模型进行投影，获得 2D 人脸图像，具体可以为：对校正后的 3D 人脸模型进行投影，获得人脸投影图像；根据校正 3D 人脸模型中 3D 人脸的面部朝向时对 3D 人脸旋转的角度和方向，对人脸投影图像中的人脸位置进行调整，获得 2D 人脸图像。

结合第二方面或上述可能的实现方式，在另一种可能的实现方式中，当计算机指令被电子设备执行时，还使得电子设备执行如下操作：对 2D 人脸图像进行检测，获取 2D 人脸图像的控制点的位置，人脸面部的特征点的位置以及人脸面部的轮廓；其中，控制点可以包括以下至少一个位置处的特征点：人脸的额头对应位置处的特征点，人的颈部对应位置处的特征点；在人脸面部的轮廓中，人脸下巴对应位置处的特征点是 2D 人脸图像对应位置处的特征点，人脸面部的轮廓中除人脸下巴对应位置处的特征点是第一 2D 图像对应位置处的特征点；上述以 2D 人脸图像中的人脸面部图像为目标，对第一 2D 图像中的人脸面部图像进行仿射变换，具体可以为：根据 2D 人脸图像的人脸面部的特征点的位置，控制点的位置，以及人脸面部的轮廓，对 2D 人脸图像中的人脸面部图像进行区域划分，得到多个第一区域块；根据第一 2D 图像的人脸面部的特征点的位置，控制点的位置，以及人脸面部的轮廓，对第一 2D 图像中的人脸面部图像进行区域划分，得到多个第二区域块，多个第一区域块与多个第二区域块一一对应，第一 2D 图像的控制点的位置是对第一 2D 图像进行检测得到的；以 2D 人脸图像中每个第一区域块为目标，对第一 2D 图像中对应的每个第二区域块进行仿射变换。

结合第二方面或上述可能的实现方式，在另一种可能的实现方式中，当计算机指令被电子设备执行时，还使得电子设备执行如下操作：对 2D 人脸图像的人脸面部的 mask 进行腐蚀处理；上述根据 2D 人脸图像的人脸面部的 mask，将进行仿射变换后的第一 2D 图像和 2D 人脸图像进行融合，获得第二 2D 图像，具体可以为：根据腐蚀处理后的 2D 人脸图像的人脸面部的 mask，将进行仿射变换后的第一 2D 图像和 2D 人脸图像进行融合，获得第二 2D 图像。

结合第二方面或上述可能的实现方式，在另一种可能的实现方式中，当计算机指令被电子设备执行时，还使得电子设备执行如下操作：用第二 2D 图像覆盖第一 2D 图像对

应区域中的图像，生成校正后的图像。

第三方面，本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质可以包括：计算机软件指令；当计算机软件指令在电子设备中运行时，使得该电子设备执行如第一方面或第一方面的可能实现方式中任一项所述的人脸校正方法。

第四方面，本申请实施例提供一种计算机程序产品，当该计算机程序产品在计算机上运行时，使得该计算机执行如权利要求第一方面或第一方面的可能的实现方式中任一项所述的人脸校正方法。

第五方面，本申请实施例提供一种芯片系统，该芯片系统应用于电子设备；芯片系统包括接口电路和处理器；接口电路和处理器通过线路互联；接口电路用于从电子设备的存储器接收信号，并向处理器发送信号，信号包括存储器中存储的计算机指令；当处理器执行该计算机指令时，芯片系统执行如第一方面或第一方面的可能的实现方式中任一项所述的人脸校正方法。

第六方面，本申请实施例提供一种装置，该装置具有实现上述第一方面的方法中电子设备行为的功能。功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块，例如，获取单元或模块，校正单元或模块，投影单元或模块，变换单元或模块，生成单元或模块，融合单元或模块等。

第七方面，本申请实施例提供一种图形用户界面(graphical user interface, GUI)，该图形用户界面存储在电子设备中，该电子设备包括显示器、存储器、一个或多个处理器；一个或多个处理器用于执行存储在存储器中的一个或多个计算机程序，该图形用户界面包括：显示在所述显示器上的 GUI，该 GUI 包括视频画面，该视频画面中包括第一用户的人脸，该第一用户的人脸朝向正对显示屏，该视频画面是其他电子设备（如称为第二电子设备）传输给该电子设备的，第二电子设备包括显示屏和摄像头，且第二电子设备的显示屏和摄像头之间存在以下至少一种关系：摄像头的朝向与显示屏的朝向不同，摄像头与显示屏之间存在距离。

应当理解的是，本申请中对技术特征、技术方案、有益效果或类似语言的描述并不是暗示在任意的单个实施例中可以实现所有的特点和优点。相反，可以理解的是对于特征或有益效果的描述意味着在至少一个实施例中包括特定的技术特征、技术方案或有益效果。因此，本说明书中对于技术特征、技术方案或有益效果的描述并不一定是指相同的实施例。进而，还可以任何适当的方式组合本实施例中所描述的技术特征、技术方案和有益效果。本领域技术人员将会理解，无需特定实施例的一个或多个特定的技术特征、技术方案或有益效果即可实现实施例。在其他实施例中，还可在没有体现所有实施例的特定实施例中识别出额外的技术特征和有益效果。

附图说明

图 1 为本申请实施例提供的一种视频场景示意图；

图 2 为本申请实施例提供的另一种视频场景示意图；

图 3 为现有技术提供的一种视频画面示意图；

图 4 为本申请实施例提供的一种系统架构的组成示意图；

图 5 为本申请实施例提供的一种电子设备的结构示意图；

图 6 为本申请实施例提供的一种人脸校正方法的流程示意图；

图 7 为本申请实施例提供的另一种人脸校正方法的流程示意图；

图 8 为本申请实施例提供的一种视频画面示意图；

图 9 为本申请实施例提供的一种图像的处理示意图；

图 10 为本申请实施例提供的另一种图像的处理示意图；

图 11 为本申请实施例提供的又一种图像的处理示意图；

图 12 为本申请实施例提供的又一种图像的处理示意图；

图 13 为本申请实施例提供的又一种图像的处理示意图；

图 14 为本申请实施例提供的又一种图像的处理示意图；

图 15 为本申请实施例提供的又一种图像的处理示意图；

图 16 为本申请实施例提供的又一种图像的处理示意图；

图 17 为本申请实施例提供的又一种图像的处理示意图；

图 18 为本申请实施例提供的另一种视频画面示意图；

图 19 为本申请实施例提供的一种电子设备的组成示意图。

具体实施方式

为了解决在显示屏与摄像头之间存在一定的角度或距离时，如果用户未看向摄像头而是看向显示屏，使得对方看到的视频画面中人看向别处，与自己没有眼神交流，导致沟通不自然，沟通效率低下的问题。现有技术提出了两种方案，以对视频画面中用户的面部朝向和视线朝向进行校正。

方案 1：通过给设备配置三维（three dimensions, 3D）摄像头。在用户视频过程中，该设备利用 3D 摄像头采集用户的 3D 模型和二维（two dimension, 2D）图像（可将 3D 摄像头采集到的 2D 图像称为原 2D 图像）。然后，对 3D 模型中的 3D 人脸进行面部朝向和视线朝向的校正，将校正后的 3D 模型进行投影得到校正后的 2D 图像。提取校正后的 2D 图像中的人脸边缘轮廓。最后，根据提取的人脸边缘轮廓，将校正后的 2D 图像与原 2D 图像通过能量迭代优化方式进行无缝融合，以得到面部和视线朝向正对显示屏的 2D 图像。

方案 2：在用户视频过程中，基于设备的 2D 摄像头采集的 2D 图像（如称为原 2D 图像），对原 2D 图像中人体的头部和颈部进行 3D 重建，建立 3D 头部和颈部模型。对 3D 头部和颈部模型中的 3D 人脸进行面部朝向和视线朝向的校正，将校正后的 3D 头部和颈部模型进行投影得到校正后的 2D 图像，并提取该图像中人脸边缘轮廓。最后，也可以根据提取的人脸边缘轮廓，将校正后的 2D 图像与原 2D 图像通过能量迭代优化方式进行无缝融合，得到面部和视线朝向正对显示屏的 2D 图像。

通过上述方案 1 或方案 2 的处理，将最终处理得到的 2D 图像发送视频对端的设备，对方看到的视频画面中则不会出现视频画面中的人与自己没有进行眼神交流的现象。但是，上述方案 1 和方案 2 均是通过能量迭代优化的方式进行图像的无缝融合的，而这种方式计算量较大，需要占用较多资源。

本申请实施例提供一种人脸校正方法，该方法可以应用于电子设备。在本实施例提供的方法中，电子设备可以获取原 2D 图像和 3D 人脸模型。该原 2D 图像中的人脸面部朝向不是正对电子设备的显示屏的。3D 人脸模型中人脸面部朝向也不是正对显示屏的。电子设备可以对该 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正，使得校正后的 3D 人脸模型中人脸面部的朝向正对显示屏。然后对校正后的 3D 人脸模型进行投影，以获得 2D 人脸图像。由于校正后的 3D 人脸模型中人脸面部的朝向正对显示屏，因此投影得到的 2D 人脸图像中脸面部的朝向也是正对显示屏的。然后，电子设备可以以该 2D 人脸图像中的人脸面部图像为目标，对原 2D 图像中的人脸面部图像进行仿射变换，并生成 2D 人脸图像。

的人脸面部掩码 (mask)。最后, 根据该 2D 人脸图像的人脸面部的 mask, 将进行仿射变换后的原 2D 图像和 2D 人脸图像进行融合, 以获得人脸面部的朝向正对显示屏的 2D 图像。

这样, 在获取到原 2D 图像和 3D 人脸模型后, 通过对得到的 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行校正后重新投影得到 2D 人脸图像。另外, 通过对原 2D 图像进行人脸仿射变换, 并基于人脸掩码对进行仿射变换后的原 2D 图像和 2D 人脸图像进行无缝融合, 实现了对人脸朝向的校正。使得对端用户观看到的视频画面中的人不会看向别处, 觉得视频画面中的人与自己存在眼神交流, 使得沟通更自然, 提高沟通效率。且这种融合方法计算量小, 无需占用很多资源。

下面将结合附图对本申请实施例的实施方式进行详细描述。

图 4 为本申请实施例提供的一种可以应用上述人脸校正方法的系统架构示意图。如图 4 所示, 该系统架构可以包括至少两个电子设备: 例如, 第一电子设备 401 和第二电子设备 402。

第一电子设备 401 可以作为通话的一端, 与第二电子设备 402 进行通话。例如, 一个或多个用户 1 可通过第一电子设备 401 与第二电子设备 402 的一个或多个用户 2 进行通话。

其中, 本实施例中的通话可以是指视频通话, 或视频会议。因此, 第一电子设备 401 至少包括摄像头和显示屏, 第二电子设备 402 也至少包括摄像头和显示屏。另外, 第一电子设备 401 和第二电子设备 402 还可以包括听筒 (或喇叭), 话筒等。摄像头可用于采集通话过程中的图像序列。显示屏可用于显示通话过程中的图像, 如通话对端设备发送的图像序列, 自身采集到的图像序列。听筒 (或喇叭) 用于播放通话过程中的语音。话筒用于采集通话过程中的语音。当然, 第一电子设备 401 或第二电子设备 402 也可以不包括摄像头, 而是连接有摄像头。

需要说明的是, 在本申请实施例中, 第一电子设备 401 和第二电子设备 402 中至少存在一个电子设备的摄像头和显示屏之间存在以下至少一种关系: 摄像头的朝向与显示屏的朝向不同, 摄像头与显示屏之间存在距离。也就是说, 至少存在一个电子设备采集到的图像序列中包括人脸面部朝向不是正对其显示屏的 2D 图像。该电子设备的摄像头可以是 2D 摄像头, 也可以是 3D 摄像头。

例如, 第一电子设备 401 的摄像头的朝向与其包括的显示屏的朝向不同, 且其摄像头与其显示屏之间存在距离。那么, 第一电子设备 401 采集到的图像序列中会包含人脸面部朝向不是正对显示屏的 2D 图像。在本实施例中, 可以由第一电子设备 401 对这类 2D 图像进行人脸校正, 并将校正后的 2D 图像发送给第二电子设备 402, 以便一个或多个用户 2 在第二电子设备 402 的显示屏上看到的视频画面中, 不会存在一个或多个用户 1 看向别处的问题出现。在其他一些实施例中, 第一电子设备 401 也可以将包含人脸面部朝向不是正对显示屏的 2D 图像的图像序列发送给第二电子设备 402, 由第二电子设备 402 对这类图像进行人脸校正, 以便一个或多个用户 2 在第二电子设备 402 的显示屏上看到的视频画面中, 不会存在一个或多个用户 1 看向别处的问题出现。

当然, 第二电子设备 402 也可能存在其摄像头和显示屏之间存在以下至少一种关系: 摄像头的朝向与其包括的显示屏的朝向不同, 摄像头与其显示屏之间存在距离的情况。那么对其采集到的包含人脸面部朝向不是正对显示屏的 2D 图像, 可以由第二电子设备 402 对这类图像进行人脸校正, 也可以由第一电子设备 401 对这类图像进行人脸校正,

本申请实施例在此并不做具体限制。

需要说明的是，为了便于描述，在本申请以下实施例中，以第一电子设备 401 的摄像头和显示屏之间存在以下至少一种关系：摄像头的朝向与其包括的显示屏的朝向不同，摄像头与其显示屏之间存在距离，第二电子设备 402 不存在该情况，且由第一电子设备 401 对包含人脸面部朝向不是正对显示屏的 2D 图像进行人脸校正为例，对本实施例提供的人脸校正方法进行详细介绍。

示例性的，本申请实施例中所述的电子设备（如上述第一电子设备 401，第二电子设备 402）可以是手机、平板电脑、桌面型、膝上型、手持计算机、笔记本电脑（如华为笔记本电脑）、台式电脑、超级移动个人计算机（ultra-mobile personal computer, UMPC）、上网本，以及蜂窝电话、个人数字助理（personal digital assistant, PDA）、增强现实（augmented reality, AR）、虚拟现实（virtual reality, VR）设备、电视机等包括或连接有显示屏和摄像头的设备，本申请实施例对该设备的具体形态不作特殊限制。

另外，在一些实施例中，上述第一电子设备 401 和第二电子设备 402 可以为相同类型的电子设备，如第一电子设备 401 和第二电子设备 402 均为笔记本电脑。在其他一些实施例中，上述第一电子设备 401 和第二电子设备 402 可以为不同类型的电子设备，如第一电子设备 401 为华为笔记本电脑，第二电子设备 402 为台式电脑（如图 5 中所示）。

请参考图 5，为本申请实施例提供的一种电子设备的结构示意图。上述第一电子设备 401，第二电子设备 402 的结构可以如图 5 所示。

如图 5 所示，电子设备可以包括处理器 110，外部存储器接口 120，内部存储器 121，通用串行总线（universal serial bus, USB）接口 130，充电管理模块 140，电源管理模块 141，电池 142，天线 1，天线 2，移动通信模块 150，无线通信模块 160，音频模块 170，扬声器 170A，受话器 170B，麦克风 170C，耳机接口 170D，传感器模块 180，按键 190，马达 191，指示器 192，摄像头 193，显示屏 194，以及用户标识模块（subscriber identification module, SIM）卡接口 195 等。其中，传感器模块 180 可以包括压力传感器 180A，陀螺仪传感器 180B，气压传感器 180C，磁传感器 180D，加速度传感器 180E，距离传感器 180F，接近光传感器 180G，指纹传感器 180H，温度传感器 180J，触摸传感器 180K，环境光传感器 180L，骨传导传感器 180M 等。

可以理解的是，本实施例示意的结构并不构成对电子设备的具体限定。在另一些实施例中，电子设备可以包括比图示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者拆分某些部件，或者不同的部件布置。图示的部件可以以硬件，软件或软件和硬件的组合实现。

处理器 110 可以包括一个或多个处理单元，例如：处理器 110 可以包括应用处理器（application processor, AP），调制解调处理器，图形处理器（graphics processing unit, GPU），图像信号处理器（image signal processor, ISP），控制器，存储器，视频编解码器，数字信号处理器（digital signal processor, DSP），基带处理器，神经网络处理器（neural-network processing unit, NPU）等中的一个或多个。其中，不同的处理单元可以是独立的器件，也可以集成在一个或多个处理器中。

控制器可以是电子设备的神经中枢和指挥中心。控制器可以根据指令操作码和时序信号，产生操作控制信号，完成取指令和执行指令的控制。

处理器 110 中还可以设置存储器，用于存储指令和数据。在一些实施例中，处理器 110 中的存储器为高速缓冲存储器。该存储器可以保存处理器 110 刚用过或循环使用的

指令或数据。如果处理器 110 需要再次使用该指令或数据，可从所述存储器中直接调用。避免了重复存取，减少了处理器 110 的等待时间，因而提高了系统的效率。

在一些实施例中，处理器 110 可以包括一个或多个接口。接口可以包括集成电路 (inter-integrated circuit, I2C) 接口，集成电路内置音频 (inter-integrated circuit sound, I2S) 接口，脉冲编码调制 (pulse code modulation, PCM) 接口，通用异步收发传输器 (universal asynchronous receiver/transmitter, UART) 接口，移动产业处理器接口 (mobile industry processor interface, MIPI)，通用输入输出 (general-purpose input/output, GPIO) 接口，SIM 接口，USB 接口等中的一个或多个。

充电管理模块 140 用于从充电器接收充电输入。其中，充电器可以是无线充电器，也可以是有线充电器。在一些有线充电的实施例中，充电管理模块 140 可以通过 USB 接口 130 接收有线充电器的充电输入。在一些无线充电的实施例中，充电管理模块 140 可以通过电子设备的无线充电线圈接收无线充电输入。充电管理模块 140 为电池 142 充电的同时，还可以通过电源管理模块 141 为电子设备供电。

电源管理模块 141 用于连接电池 142，充电管理模块 140 与处理器 110。电源管理模块 141 接收电池 142，充电管理模块 140 的输入，为处理器 110，内部存储器 121，外部存储器，显示屏 194，摄像头 193，和无线通信模块 160 等供电。电源管理模块 141 还可以用于监测电池容量，电池循环次数，电池健康状态 (漏电，阻抗) 等参数。在其他一些实施例中，电源管理模块 141 也可以设置于处理器 110 中。在另一些实施例中，电源管理模块 141 和充电管理模块 140 也可以设置于同一个器件中。

电子设备的无线通信功能可以通过天线 1，天线 2，移动通信模块 150，无线通信模块 160，调制解调处理器以及基带处理器等实现。

天线 1 和天线 2 用于发射和接收电磁波信号。电子设备中的每个天线可用于覆盖单个或多个通信频带。不同的天线还可以复用，以提高天线的利用率。例如：可以将天线 1 复用为无线局域网的分集天线。在另外一些实施例中，天线可以和调谐开关结合使用。

移动通信模块 150 可以提供应用在电子设备上的包括 2G/3G/4G/5G 等无线通信的解决方案。移动通信模块 150 可以包括至少一个滤波器，开关，功率放大器，低噪声放大器 (low noise amplifier, LNA) 等。移动通信模块 150 可以由天线 1 接收电磁波，并对接收的电磁波进行滤波，放大等处理，传送至调制解调处理器进行解调。移动通信模块 150 还可以对经调制解调处理器调制后的信号放大，经天线 1 转为电磁波辐射出去。在一些实施例中，移动通信模块 150 的至少部分功能模块可以被设置于处理器 110 中。在一些实施例中，移动通信模块 150 的至少部分功能模块可以与处理器 110 的至少部分模块被设置在同一个器件中。

调制解调处理器可以包括调制器和解调器。其中，调制器用于将待发送的低频基带信号调制成中高频信号。解调器用于将接收的电磁波信号解调为低频基带信号。随后解调器将解调得到的低频基带信号传送至基带处理器处理。低频基带信号经基带处理器处理后，被传递给应用处理器。应用处理器通过音频设备 (不限于扬声器 170A，受话器 170B 等) 输出声音信号，或通过显示屏 194 显示图像或视频。在一些实施例中，调制解调处理器可以是独立的器件。在另一些实施例中，调制解调处理器可以独立于处理器 110，与移动通信模块 150 或其他功能模块设置在同一个器件中。

无线通信模块 160 可以提供应用在电子设备上的包括无线局域网 (wireless local area networks, WLAN) (如无线保真 (wireless fidelity, Wi-Fi) 网络)，蓝牙 (bluetooth,

BT), 全球导航卫星系统(global navigation satellite system, GNSS), 调频(frequency modulation, FM), 近距离无线通信技术(near field communication, NFC), 红外技术(infrared, IR)等无线通信的解决方案。无线通信模块 160 可以是集成至少一个通信处理模块的一个或多个器件。无线通信模块 160 经由天线 2 接收电磁波, 将电磁波信号调频以及滤波处理, 将处理后的信号发送到处理器 110。无线通信模块 160 还可以从处理器 110 接收待发送的信号, 对其进行调频, 放大, 经天线 2 转为电磁波辐射出去。

在一些实施例中, 电子设备的天线 1 和移动通信模块 150 耦合, 天线 2 和无线通信模块 160 耦合, 使得电子设备可以通过无线通信技术与网络以及其他设备通信。例如, 电子设备可以通过天线 1 和移动通信模块 150 与其他电子设备进行视频通话或视频会议。所述无线通信技术可以包括全球移动通讯系统(global system for mobile communications, GSM), 通用分组无线服务(general packet radio service, GPRS), 码分多址接入(code division multiple access, CDMA), 宽带码分多址(wideband code division multiple access, WCDMA), 时分码分多址(time-division code division multiple access, TD-SCDMA), 长期演进(long term evolution, LTE), BT, GNSS, WLAN, NFC, FM, IR 技术等中的一个或多个。所述 GNSS 可以包括全球卫星定位系统(global positioning system, GPS), 全球导航卫星系统(global navigation satellite system, GLONASS), 北斗卫星导航系统(beidou navigation satellite system, BDS), 准天顶卫星系统(quasi-zenith satellite system, QZSS), 星基增强系统(satellite based augmentation systems, SBAS) 等中的一个或多个。

电子设备通过 GPU, 显示屏 194, 以及应用处理器等实现显示功能。GPU 为图像处理的微处理器, 连接显示屏 194 和应用处理器。GPU 用于执行数学和几何计算, 用于图形渲染。处理器 110 可包括一个或多个 GPU, 其执行程序指令以生成或改变显示信息。

显示屏 194 用于显示图像, 视频等。显示屏 194 包括显示面板。显示面板可以采用液晶显示屏(liquid crystal display, LCD), 有机发光二极管(organic light-emitting diode, OLED), 有源矩阵有机发光二极体或主动矩阵有机发光二极体(active-matrix organic light emitting diode, AMOLED), 柔性发光二极管(flex light-emitting diode, FLED), Miniled, MicroLed, Micro-oLed, 量子点发光二极管(quantum dot light emitting diodes, QLED) 等。在一些实施例中, 电子设备可以包括 1 个或 N 个显示屏 194, N 为大于 1 的正整数。例如, 在本申请实施例中, 在用户利用电子设备与其他电子设备的用户进行视频通话或视频会议的过程中, 显示屏 194 可以显示视频接听界面, 或视频提醒界面, 或视频通话界面(如包括对端设备发送的图像序列, 本设备采集到的图像序列)。

电子设备可以通过 ISP, 摄像头 193, 视频编解码器, GPU, 显示屏 194 以及应用处理器等实现拍摄功能。

ISP 用于处理摄像头 193 反馈的数据。例如, 拍照时, 打开快门, 光线通过镜头被传递到摄像头感光元件上, 光信号转换为电信号, 摄像头感光元件将所述电信号传递给 ISP 处理, 转化为肉眼可见的图像。ISP 还可以对图像的噪点, 亮度, 肤色进行算法优化。ISP 还可以对拍摄场景的曝光, 色温等参数优化。在一些实施例中, ISP 可以设置在摄像头 193 中。

摄像头 193 用于捕获静态图像或视频。例如, 在本申请实施例中, 摄像头 193 可用于采集视频通话或视频会议过程中的图像序列。物体通过镜头生成光学图像投射到感光元件。感光元件可以是电荷耦合器件(charge coupled device, CCD) 或互补金属氧化

物半导体 (complementary metal-oxide-semiconductor, CMOS) 光电晶体管。感光元件把光信号转换成电信号, 之后将电信号传递给 ISP 转换成数字图像信号。ISP 将数字图像信号输出到 DSP 加工处理。DSP 将数字图像信号转换成标准的 RGB, YUV 等格式的图像信号。在一些实施例中, 电子设备可以包括 1 个或 N 个摄像头 193, N 为大于 1 的正整数。在本实施例中, 该摄像头 193 可以是普通的 2D 摄像头, 也可以是 3D 摄像头。该摄像头 193 可以采用隐藏式方式设置在电子设备中, 也可以不采用隐藏式方式设置, 本实施例在此不做具体限制。

需要说明的是, 在本申请实施例中, 该摄像头 193 和显示屏 194 之间存在以下至少一种关系: 摄像头 193 的朝向与显示屏 194 的朝向不同, 摄像头 193 与显示屏 194 之间存在距离。这样, 摄像头 193 采集到的图像序列中可能存在用户的面部朝向并不是正对显示屏的 2D 图像。

数字信号处理器用于处理数字信号, 除了可以处理数字图像信号, 还可以处理其他数字信号。例如, 当电子设备在频点选择时, 数字信号处理器用于对频点能量进行傅里叶变换等。

视频编解码器用于对数字视频压缩或解压缩。电子设备可以支持一种或多种视频编解码器。这样, 电子设备可以播放或录制多种编码格式的视频, 例如: 动态图像专家组 (moving picture experts group, MPEG) 1, MPEG2, MPEG3, MPEG4 等。

NPU 为神经网络 (neural-network, NN) 计算处理器, 通过借鉴生物神经网络结构, 例如借鉴人脑神经元之间传递模式, 对输入信息快速处理, 还可以不断的自学习。通过 NPU 可以实现电子设备的智能认知等应用, 例如: 图像识别, 人脸识别, 语音识别, 文本理解等。

外部存储器接口 120 可以用于连接外部存储卡, 例如 Micro SD 卡, 实现扩展电子设备的存储能力。外部存储卡通过外部存储器接口 120 与处理器 110 通信, 实现数据存储功能。例如将音乐, 视频等文件保存在外部存储卡中。

内部存储器 121 可以用于存储计算机可执行程序代码, 所述可执行程序代码包括指令。处理器 110 通过运行存储在内部存储器 121 的指令, 从而执行电子设备的各种功能应用以及数据处理。例如, 在本申请实施例中, 处理器 110 可以通过执行存储在内部存储器 121 中的指令, 将采集到的图像序列中面部朝向并不是正对显示屏的 2D 图像进行人脸校正, 以使得校正后的图像中面部朝向正对显示屏, 以便通话对端用户观看到的视频画面中的用户不会看向别处。这样通话对端用户能够觉得视频画面中的人与自己存在眼神交流, 使得沟通更自然, 提高沟通效率。例如, 处理器 110 可以通过执行存储在内部存储器 121 中的指令, 进行人脸三维重建, 人脸旋转校正, 人脸无缝融合等处理。内部存储器 121 可以包括存储程序区和存储数据区。其中, 存储程序区可存储操作系统, 至少一个功能所需的应用程序 (比如声音播放功能, 图像播放功能等) 等。存储数据区可存储电子设备使用过程中所创建的数据 (比如音频数据, 电话本等) 等。此外, 内部存储器 121 可以包括高速随机存取存储器, 还可以包括非易失性存储器, 例如至少一个磁盘存储器件, 闪存器件, 通用闪存存储器 (universal flash storage, UFS) 等。在本实施例中, 内部存储器 121 还可用于存储摄像头 193 采集到的图像序列, 处理器 110 得到的 2D 人脸图像, 3D 人脸模型以及变形后的 2D 图像等。

电子设备可以通过音频模块 170, 扬声器 170A, 受话器 170B, 麦克风 170C, 耳机接口 170D, 以及应用处理器等实现音频功能。例如通话, 音乐播放, 录音等。

音频模块 170 用于将数字音频信息转换成模拟音频信号输出，也用于将模拟音频输入转换为数字音频信号。音频模块 170 还可以用于对音频信号编码和解码。在一些实施例中，音频模块 170 可以设置于处理器 110 中，或将音频模块 170 的部分功能模块设置于处理器 110 中。

扬声器 170A，也称“喇叭”，用于将音频电信号转换为声音信号。电子设备可以通过扬声器 170A 收听音乐，或收听免提通话。

受话器 170B，也称“听筒”，用于将音频电信号转换为声音信号。当电子设备接听电话或语音信息时，可以通过将受话器 170B 靠近人耳接听语音。

麦克风 170C，也称“话筒”，“传声器”，用于将声音信号转换为电信号。当拨打电话或发送语音信息或需要通过语音助手触发电子设备执行某些功能时，用户可以通过人嘴靠近麦克风 170C 发声，将声音信号输入到麦克风 170C。电子设备可以设置至少一个麦克风 170C。在另一些实施例中，电子设备可以设置两个麦克风 170C，除了采集声音信号，还可以实现降噪功能。在另一些实施例中，电子设备还可以设置三个，四个或更多麦克风 170C，实现采集声音信号，降噪，还可以识别声音来源，实现定向录音功能等。

耳机接口 170D 用于连接有线耳机。耳机接口 170D 可以是 USB 接口 130，也可以是 3.5mm 的开放移动电子设备平台（open mobile terminal platform, OMTF）标准接口，美国蜂窝电信工业协会（cellular telecommunications industry association of the USA, CTIA）标准接口。

压力传感器 180A 用于感受压力信号，可以将压力信号转换成电信号。在一些实施例中，压力传感器 180A 可以设置于显示屏 194。压力传感器 180A 的种类很多，如电阻式压力传感器，电感式压力传感器，电容式压力传感器等。电容式压力传感器可以是包括至少两个具有导电材料的平行板。当有力作用于压力传感器 180A，电极之间的电容改变。电子设备根据电容的变化确定压力的强度。当有触摸操作作用于显示屏 194，电子设备根据压力传感器 180A 检测所述触摸操作强度。电子设备也可以根据压力传感器 180A 的检测信号计算触摸的位置。在一些实施例中，作用于相同触摸位置，但不同触摸操作强度的触摸操作，可以对应不同的操作指令。例如：当有触摸操作强度小于第一压力阈值的触摸操作作用于短消息应用图标时，执行查看短消息的指令。当有触摸操作强度大于或等于第一压力阈值的触摸操作作用于短消息应用图标时，执行新建短消息的指令。

陀螺仪传感器 180B 可以用于确定电子设备的运动姿态。在一些实施例中，可以通过陀螺仪传感器 180B 确定电子设备围绕三个轴（即，x，y 和 z 轴）的角速度。陀螺仪传感器 180B 可以用于拍摄防抖。示例性的，当按下快门，陀螺仪传感器 180B 检测电子设备抖动的角度，根据角度计算出镜头模组需要补偿的距离，让镜头通过反向运动抵消电子设备的抖动，实现防抖。陀螺仪传感器 180B 还可以用于导航，体感游戏场景。

气压传感器 180C 用于测量气压。在一些实施例中，电子设备通过气压传感器 180C 测得的气压值计算海拔高度，辅助定位和导航。

磁传感器 180D 包括霍尔传感器。电子设备可以利用磁传感器 180D 检测翻盖皮套的开合。在一些实施例中，当电子设备是翻盖机时，电子设备可以根据磁传感器 180D 检测翻盖的开合。进而根据检测到的皮套的开合状态或翻盖的开合状态，设置翻盖自动解锁等特性。

加速度传感器 180E 可检测电子设备在各个方向上（一般为三轴）加速度的大小。当电子设备静止时可检测出重力的大小及方向。还可以用于识别电子设备姿态，应用于横

竖屏切换，计步器等应用。

距离传感器 180F，用于测量距离。电子设备可以通过红外或激光测量距离。在一些实施例中，拍摄场景，电子设备可以利用距离传感器 180F 测距以实现快速对焦。

接近光传感器 180G 可以包括例如发光二极管 (LED) 和光检测器，例如光电二极管。发光二极管可以是红外发光二极管。电子设备通过发光二极管向外发射红外光。电子设备使用光电二极管检测来自附近物体的红外反射光。当检测到充分的反射光时，可以确定电子设备附近有物体。当检测到不充分的反射光时，电子设备可以确定电子设备附近没有物体。电子设备可以利用接近光传感器 180G 检测用户手持电子设备贴近耳朵通话，以便自动熄灭屏幕达到省电的目的。接近光传感器 180G 也可用于皮套模式，口袋模式自动解锁与锁屏。

环境光传感器 180L 用于感知环境光亮度。电子设备可以根据感知的环境光亮度自适应调节显示屏 194 亮度。环境光传感器 180L 也可用于拍照时自动调节白平衡。环境光传感器 180L 还可以与接近光传感器 180G 配合，检测电子设备是否在口袋里，以防误触。

指纹传感器 180H 用于采集指纹。电子设备可以利用采集的指纹特性实现指纹解锁，访问应用锁，指纹拍照，指纹接听来电等。

温度传感器 180J 用于检测温度。在一些实施例中，电子设备利用温度传感器 180J 检测的温度，执行温度处理策略。例如，当温度传感器 180J 上报的温度超过阈值，电子设备执行降低位于温度传感器 180J 附近的处理器的性能，以便降低功耗实施热保护。在另一些实施例中，当温度低于另一阈值时，电子设备对电池 142 加热，以避免低温导致电子设备异常关机。在其他一些实施例中，当温度低于又一阈值时，电子设备对电池 142 的输出电压执行升压，以避免低温导致的异常关机。

触摸传感器 180K，也称“触控面板”。触摸传感器 180K 可以设置于显示屏 194，由触摸传感器 180K 与显示屏 194 组成触摸屏，也称“触控屏”。触摸传感器 180K 用于检测作用于其上或附近的触摸操作。触摸传感器可以将检测到的触摸操作传递给应用处理器，以确定触摸事件类型。可以通过显示屏 194 提供与触摸操作相关的视觉输出。在另一些实施例中，触摸传感器 180K 也可以设置于电子设备的表面，与显示屏 194 所处的位置不同。

骨传导传感器 180M 可以获取振动信号。在一些实施例中，骨传导传感器 180M 可以获取人体声部振动骨块的振动信号。骨传导传感器 180M 也可以接触人体脉搏，接收血压跳动信号。在一些实施例中，骨传导传感器 180M 也可以设置于耳机中，结合成骨传导耳机。音频模块 170 可以基于所述骨传导传感器 180M 获取的声部振动骨块的振动信号，解析出语音信号，实现语音功能。应用处理器可以基于所述骨传导传感器 180M 获取的血压跳动信号解析心率信息，实现心率检测功能。

按键 190 包括开机键，音量键等。按键 190 可以是机械按键。也可以是触摸式按键。电子设备可以接收按键输入，产生与电子设备的用户设置以及功能控制有关的键信号输入。

马达 191 可以产生振动提示。马达 191 可以用于来电振动提示，也可以用于触摸振动反馈。例如，作用于不同应用（例如拍照，音频播放等）的触摸操作，可以对应不同的振动反馈效果。作用于显示屏 194 不同区域的触摸操作，马达 191 也可对应不同的振动反馈效果。不同的应用场景（例如：时间提醒，接收信息，闹钟，游戏等）也可以对应不同的振动反馈效果。触摸振动反馈效果还可以支持自定义。

指示器 192 可以是指示灯，可以用于指示充电状态，电量变化，也可以用于指示消息，未接来电，通知等。

SIM 卡接口 195 用于连接 SIM 卡。SIM 卡可以通过插入 SIM 卡接口 195，或从 SIM 卡接口 195 拔出，实现和电子设备的接触和分离。电子设备可以支持 1 个或 N 个 SIM 卡接口，N 为大于 1 的正整数。SIM 卡接口 195 可以支持 Nano SIM 卡，Micro SIM 卡，SIM 卡等。同一个 SIM 卡接口 195 可以同时插入多张卡。所述多张卡的类型可以相同，也可以不同。SIM 卡接口 195 也可以兼容不同类型的 SIM 卡。SIM 卡接口 195 也可以兼容外部存储卡。电子设备通过 SIM 卡和网络交互，实现通话以及数据通信等功能。在一些实施例中，电子设备采用 eSIM，即：嵌入式 SIM 卡。eSIM 卡可以嵌在电子设备中，不能和电子设备分离。

以下实施例中的方法均可以在具有上述硬件结构的电子设备中实现。

图 6 为本申请实施例提供的一种人脸校正方法的流程示意图。如图 6 所示，该方法可以包括：

S601、电子设备获取第一 2D 图像，该第一 2D 图像中的人脸面部的朝向与电子设备的显示屏的垂线不平行。

示例性的，电子设备可以通过自身的摄像头采集图像序列，或者接收来自其他电子设备的图像序列，该图像序列中包括上述第一 2D 图像。

其中，以电子设备是通过自身的摄像头采集到上述第一 2D 图像，该摄像头为 2D 摄像头为例。在该电子设备的摄像头和显示屏之间存在以下至少一种关系：摄像头与其包括的显示屏之间存在距离，摄像头的朝向与其包括的显示屏的朝向不同时，在用户使用该电子设备与其他用户进行视频聊天或视频会议的过程中，如果用户的面部并未朝向摄像头，而是朝向其他地方，如朝向显示屏时，该电子设备通过摄像头采集到的图像序列中，便会存在人脸面部的朝向与电子设备的显示屏的垂线不平行的 2D 图像。也就是说，采集到用户的面部朝向并未正对显示屏的 2D 图像，即上述第一 2D 图像。

S602、电子设备获取 3D 人脸模型，该 3D 人脸模型中人脸面部的朝向与摄像头捕获第一 2D 图像时用户人脸相对于该摄像头的朝向相同。

其中，3D 人脸模型中人脸面部也并未正对显示屏。如果电子设备包括的摄像头是 2D 摄像头，则该 3D 人脸模型可由电子设备根据捕获的第一 2D 图像进行人脸 3D 重建获得。如果电子设备的摄像头是 3D 摄像头，则该 3D 人脸模型可直接由 3D 摄像头捕获得到。

S603、电子设备对 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正，校正后的 3D 人脸模型中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行。

电子设备可对获取的 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正，以使得校正后的 3D 人脸模型中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行，即，使得校正后的 3D 人脸模型中人脸面部正对显示屏。

S604、电子设备对校正后的 3D 人脸模型进行投影获得 2D 人脸图像，该 2D 人脸图像中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行。

电子设备将获得的校正后的 3D 人脸模型进行投影，便可获得校正后的 3D 人脸模型对应的 2D 人脸图像。由于校正后的 3D 人脸模型中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行，因此，获得的 2D 人脸图像中人脸面部的朝向与显示屏的垂线也是平行的，即，获得的 2D 人脸图像中人脸面部正对显示屏。

S605、电子设备以 2D 人脸图像中的人脸面部图像为目标，对第一 2D 图像中的人脸

面部图像进行仿射变换。

其中，仿射变换（或者称为仿射映射）可以是指，在几何上将一个向量空间进行一次线性变换并接上一个平移变换，变换为另一个向量空间。在本实施例中，通过以 2D 人脸图像中的人脸面部图像为目标，对第一 2D 图像中的人脸面部图像进行仿射变换，可使得仿射变换后的人脸轮廓与校正后的图像（即 2D 人脸图像）中的人脸轮廓一致，其他五官图像接近校正后的图像。

S606、电子设备生成 2D 人脸图像的人脸面部的掩码（mask）。

其中，掩码也可以称为掩膜，或二值化掩膜。例如，电子设备可以根据 2D 人脸图像中人脸面部的轮廓，将该轮廓内的像素点的像素值置为 255（呈现为白色），将该轮廓外的像素点的像素值置为 0（呈现为黑色），以获得该 2D 人脸图像的人脸面部的掩码。

S607、电子设备根据 2D 人脸图像的人脸面部的掩码，将进行仿射变换后的第一 2D 图像和 2D 人脸图像进行融合，获得第二 2D 图像，该第二 2D 图像中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行。

电子设备在获得人脸面部朝向正对显示屏的 2D 人脸图像后，可以该 2D 人脸图像中的人脸面部图像为目标，对原 2D 图像（即第一 2D 图像）中的人脸面部图像进行仿射变换。并可生成 2D 人脸图像的人脸面部掩码。电子设备根据该 2D 人脸图像的人脸面部的掩码，将进行仿射变换后的原 2D 图像和 2D 人脸图像进行融合，以获得人脸面部的朝向正对显示屏的 2D 图像，即上述第二 2D 图像，该第二 2D 图像可仅包括人脸面部图像。另外，电子设备还可以将该第二 2D 图像覆盖到原 2D 图像的对应区域，以获得包括背景图像的 2D 图像。

本申请实施例提供的人脸校正方法，在获取到原 2D 图像和 3D 人脸模型后，通过对得到的 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行校正后重新投影得到 2D 人脸图像。另外，通过对原 2D 图像进行人脸仿射变换，并基于人脸掩码对进行仿射变换后的原 2D 图像和 2D 人脸图像进行无缝融合，实现了对人脸朝向的校正。使得对端用户观看到的视频画面中的人不会看向别处，会觉得视频画面中的人与自己存在眼神交流，使得沟通更自然，提高沟通效率。且这种融合方法计算量小，无需占用很多资源。

图 7 为本申请实施例提供的一种人脸校正方法的流程示意图。在该实施例中，以电子设备为华为笔记本电脑为例。请参考图 2，在华为笔记本电脑的设计中，摄像头采用隐藏式设置的方式，其位于键盘上，处于显示屏的下方。也就是说，摄像头的朝向与显示屏的朝向不同。且本实施例以该摄像头是普通的 2D 摄像头为例进行介绍。这样，在用户（如用户 1）利用华为笔记本电脑与其他用户（如用户 2）进行视频聊天后视频会议的过程中，如果用户 1 面部或视线朝向显示屏，而非摄像头，则会出现用户 2 看到的视频画面中用户 1 眼睛看向别处，如朝上看的情况，与自己没有眼神交流。为了避免这种情况出现，本申请实施例提供一种人脸校正方法，以对采集到的这种图像进行人脸校正。如图 7 所示，该方法可以包括：

S701、华为笔记本电脑通过摄像头采集图像序列。

S702、华为笔记本电脑从上述图像序列中获取第一 2D 图像。

其中，上述第一 2D 图像中的人脸面部的朝向与华为笔记本电脑的显示屏的垂线不平行，即人脸面部朝向不是正对显示屏。

例如，在用户 1 使用华为笔记本电脑与用户 2 进行视频聊天或视频会议的过程中，可以通过华为笔记本电脑的摄像头采集图像序列。如果在视频过程中，用户 1 的面部并

未朝向该摄像头，而是朝向其他地方，如朝向电脑的显示屏，那么通过摄像头采集的图像序列中，便会存在人脸面部的朝向与显示屏的垂线不平行的 2D 图像，也就是说，存在用户的面部朝向并未正对显示屏的 2D 图像，即上述第一 2D 图像。华为笔记本电脑可从采集到的图像序列中捕获这些图像，即获取该第一 2D 图像。如，捕获到的第一 2D 图像如图 8 所示。由图 8 可以看到的是，该第一 2D 图像中用户 1 的面部朝向并未正对显示屏。需要说明的是，图 8 仅是为了体现捕获到的 2D 图像中用户 1 的面部朝向与显示屏的关系，在实际视频聊天或视频会议中，并不会在显示屏上显示该图像。

另外，由于采集图像序列的摄像头为普通 2D 摄像头，如果直接对采集到的 2D 图像进行人脸校正，则会由于缺乏三维深度信息，导致校正后的图像只能是进行轮廓形状近似改变，并不能改变用户的视线朝向。而往往在用户的面部朝向不是正对显示屏时，其视线朝向也并未正对摄像头，因此，也要对视线朝向进行校正。对视线朝向进行校正，则需要利用用户的 3D 人脸模型来实现。因此，本申请实施例可以通过执行如下 S703-S704 来实现 3D 人脸重建。

S703、华为笔记本电脑对第一 2D 图像进行检测，获取人脸面部的轮廓和特征点的位置。

其中，特征点可以包括人脸的眉毛，眼睛，鼻子及嘴巴对应位置处的特征点。

示例性的，在用户 1 进行视频聊天或视频会议的过程中，摄像头采集到的 2D 图像中通常除了包括人脸面部外，还会包括一些背景。在本实施例中，华为笔记本电脑在捕获到第一 2D 图像后，可以利用人脸检测算法将该图像中的背景区域去除，以获得包括人脸面部皮肤的图像。例如，第一 2D 图像如图 8 所示。华为笔记本电脑可以将该图像中的背景区域去除，以获得图 9 中的 (a) 所示的包括人脸面部的第一 2D 图像（该图像也可以称为人脸大头照）。通过基于对去除背景后的人脸大头照进行后续处理，可以节省后续处理的复杂度，提高人脸校正的效率。

之后，华为笔记本电脑可以利用图像处理技术和人脸检测算法，对图 9 中的 (a) 所示的第一 2D 图像进行人脸检测。例如，可以结合图 9 中的 (b) 所示的人脸 68 个特征点分布情况，获得该第一 2D 图像中人脸面部的轮廓，并定位出该人脸面部中眉毛、眼睛、鼻子及嘴巴对应位置处的特征点的位置。如，获取到的第一 2D 图像中人脸面部的轮廓和特征点的位置如图 9 中的 (c) 的黑色圆点所示。当然，也可以不去除背景区域，而是直接对摄像头采集到的包括背景区域的 2D 图像进行检测，以获得人脸面部的轮廓和特征点的位置，本实施例在此不做具体限制。

S704、华为笔记本电脑根据人脸面部的轮廓和特征点的位置进行人脸 3D 重建，获得 3D 人脸模型。

其中，3D 人脸模型中人脸面部的朝向与华为笔记本的摄像头捕获第一 2D 图像时人脸相对于摄像头的朝向相同，即 3D 人脸模型中人脸面部的朝向并未正对显示屏。另外，3D 人脸模型中的视线朝向也并未正对显示屏。

在获取到第一 2D 图像中人脸面部的轮廓，并定位出该人脸面部中眉毛、眼睛、鼻子及嘴巴对应位置处的特征点的位置之后，可以将检测出的人脸面部的轮廓和眉毛、眼睛、鼻子及嘴巴对应位置处的特征点，与已知的 3D 人脸模型（如图 9 中的 (d) 所示）中的特征点一一对应。然后，根据人脸识别后的第一 2D 图像和已知的 3D 人脸模型，采用 3D 重建技术，如三维可变形模型（3D Morphable Models, 3DMM）技术，结合人脸特征识别出的人脸表情，拟合人脸形状轮廓，计算人脸姿态，以获得上述 3D 人脸模型，该 3D 人

脸模型可如图 9 中的 (e) 所示, 其与第一 2D 图像对应。如图 9 中的 (e) 所示, 可以看到的是, 该 3D 人脸模型中人脸面部的朝向并未正对显示屏, 视线朝向也并未正对显示屏。

S705、华为笔记本电脑对 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正, 校正后的 3D 人脸模型中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行。

示例性的, 华为笔记本电脑可以获取摄像头的朝向与显示屏的朝向之间的夹角。根据获得的摄像头的朝向与显示屏的朝向之间的夹角, 可以对 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正, 以使得校正后的 3D 人脸模型中的人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行, 即人脸面部的朝向正对显示屏, 也就是说, 达到人脸校正的目的。例如, 摄像头位于显示屏的下方, 且摄像头的朝向与显示屏的朝向之间的夹角为 15 度。可以依据 3D 人脸模型中的 3D 人脸的当前姿态和摄像头的朝向与显示屏的朝向之间的夹角, 将如图 10 中的 (a) 所示的 3D 人脸模型中的 3D 人脸向下旋转校正 15 度。如, 校正后的 3D 人脸模型如图 10 中的 (b) 所示。可以看到的是, 通过人脸面部朝向的校正, 可使得校正后的 3D 人脸模型中的人脸面部正对显示屏。另外, 通过对人脸面部朝向的校正, 也可以对用户视线的朝向进行校正。

华为笔记本电脑在获得校正后的 3D 人脸模型后, 可对校正后的 3D 人脸模型进行投影, 以获得 2D 人脸图像, 该 2D 人脸图像是进行人脸校正后的图像, 即该 2D 人脸图像中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行。也就是说, 该 2D 人脸图像中人脸面部的朝向正对显示屏。为了确保原图, 即第一 2D 图像在进行人脸变形时人脸轮廓不会变化, 在本实施例中, 可以通过执行以下 S706-S707 获得上述 2D 人脸图像。

S706、华为笔记本电脑对校正后的 3D 人脸模型进行投影, 获得人脸投影图像。

例如, 结合图 11, 可以将图 11 中的 (a) 所示的校正后的 3D 人脸模型进行投影, 获得图 11 中的 (b) 所示的人脸投影图像。

S707、华为笔记本电脑根据校正 3D 人脸模型中 3D 人脸的面部朝向时对 3D 人脸旋转的角度的方向, 对上述人脸投影图像中的人脸位置进行调整, 获得 2D 人脸图像。

示例性的, 华为笔记本电脑可以根据 S705 中对 3D 人脸模型中 3D 人脸的面部朝向校正时旋转的角度和方向, 对图 11 中的 (b) 所示的人脸投影图像中的人脸位置进行调整。例如, 结合图 12, 华为笔记本电脑在 S705 中对 3D 人脸模型中 3D 人脸向下旋转了 15 度, 则华为笔记本电脑可以根据用户 1 头部的大小和 3D 人脸的旋转的角度和方向估算出需要移动的距离和方向。然后, 根据估算出的距离和方向, 将图 12 中的 (a) 所示人脸投影图像中的人脸位置进行调整。如可将图 12 中的 (a) 所示人脸投影图像中的人脸位置向下移动, 移动距离等于估算出的距离, 以得到的 2D 人脸图像, 如图 12 中的 (b) 所示。这样, 可以进一步的对用户 1 的视线朝向进行校正。

S708、华为笔记本电脑对 2D 人脸图像进行检测, 获取 2D 人脸图像的控制点的位置, 人脸面部的特征点的位置以及人脸面部的轮廓。

其中, 该控制点可以包括以下至少一个位置处的特征点: 人脸的额头对应位置处的特征点, 人的颈部对应位置处的特征点。由于单检测人脸轮廓和眉毛、眼睛、鼻子及嘴巴对应位置处的特征点, 获得的轮廓区域有限。因此, 在本实施例中, 在这些特征点的基础上, 可以进一步的增加额头和颈部中至少一个位置处的特征点, 用于识别人脸轮廓区域, 以保护原图 (即第一 2D 图像) 在人脸变形时人脸轮廓不会变化。例如, 以增加人脸的额头对应位置处的特征点为例。图 12 中的 (b) 所示的 2D 人脸图像中额头对应位置处的特征点可如图 13 中的 (b) 所示。

并且,为了保护人脸轮廓,对于获得的人脸面部的轮廓中,人脸下巴对应位置处的特征点是2D人脸图像对应位置处的特征点,人脸面部的轮廓中除人脸下巴对应位置处的特征点是第一2D图像对应位置处的特征点。也就是说,除下巴对应位置处的特征点外,将位于人脸轮廓边缘的其他特征点由第一2D图像对应位置处的特征点代替。

S709、华为笔记本电脑以2D人脸图像中的人脸面部图像为目标,对第一2D图像中的人脸面部图像进行仿射变换。

其中,华为笔记本电脑可以根据图13中的(b)所示的2D人脸图像的人脸面部的特征点的位置,控制点的位置,以及人脸面部的轮廓,对2D人脸图像中的人脸面部图像进行区域划分,得到多个第一区域块。根据图13中的(a)所示的第一2D图像的人脸面部的特征点的位置,控制点的位置,以及人脸面部的轮廓,对第一2D图像中的人脸面部图像进行区域划分,得到多个第二区域块。其中,多个第一区域块与多个第二区域块一一对应。其中,对图13中的(a)所示的第一2D图像和图13中的(b)所示的2D人脸图像的人脸面部图像进行区域划分采用的方式可以是三角网格化的划分方式。例如,如图13中的(d)所示,示出了部分第一区域块。也就是说,对图13中的(b)所示的2D人脸图像的人脸面部图像进行三角网格化划分后,至少可包括图13中的(d)所示的:第一区域块1'、第一区域块2'、第一区域块3'、第一区域块4'、第一区域块5'、第一区域块6'、第一区域块7'等第一区域块。如图13中的(c)所示,示出了部分第二区域块。也就是说,对图13中的(a)所示的第一2D图像人脸面部图像进行三角网格化划分后,至少可包括图13中的(c)所示的:第二区域块1、第二区域块2、第二区域块3、第二区域块4、第二区域块5、第二区域块6、第二区域块7等第二区域块。其中,如图13中的(c)和(d)所示,第一区域块1'与第二区域块1对应,第一区域块2'与第二区域块2对应,第一区域块3'与第二区域块3对应,第一区域块4'与第二区域块4对应,第一区域块5'与第二区域块5对应,第一区域块6'与第二区域块6对应,第一区域块7'与第二区域块7对应。

仿射变换(或者称为仿射映射)可以是指,在几何上将一个向量空间进行一次线性变换并接上一个平移变换,变换为另一个向量空间。华为笔记本电脑可以以2D人脸图像中每个第一区域块为目标,对第一2D图像中对应的每个第二区域块进行仿射变换,使得第一2D图像中的每个第二区域与2D人脸图像中的每个第一区域对齐。例如,结合图13中的(c)和(d)所示,可以以第一区域块1'为目标对第二区域块1进行仿射变换,以第一区域块2'为目标对第二区域块2进行仿射变换,依次类推,直到遍历完所有的区域块。这样,可使得仿射变换后的人脸轮廓与校正后的图像(即2D人脸图像)中的人脸轮廓一致,其他五官图像接近校正后的图像,且还可保护原图(即第一2D图像)中的人脸轮廓,使得原图中除人脸内部区域和下巴外其他区域图像无形变现象。例如,将图14中的(a)所示的第一2D图像,以2D人脸图像中的人脸面部图像为目标进行仿射变换后的第一2D图像如图14中的(b)所示。需要说明的是,在本实施例中,还可以2D人脸图像中的人脸面部图像为目标,对第一2D图像中的人脸面部图像进行透视变换等,本实施例在此不做限制。

S710、华为笔记本电脑生成2D人脸图像的人脸面部的掩码。

S711、华为笔记本电脑根据2D人脸图像的人脸面部的掩码,将进行仿射变换后的第一2D图像和2D人脸图像进行融合,获得第二2D图像,该第二2D图像中人脸面部的朝向与所述显示屏的垂线平行。

其中，华为笔记本电脑可以基于 2D 人脸图像的人脸面部的特征点的位置，控制点的位置，以及人脸面部的轮廓建立该 2D 人脸图像的人脸面部的掩码。然后根据该人脸面部的掩码，将进行仿射变换后的第一 2D 图像和 2D 人脸图像进行无缝拼接融合，以获得融合后的人脸图像，如称为第二 2D 图像。这样，可以降低人脸边缘纹理或光照变化明显导致的无缝拼接融合处理较困难的问题。另外，还可以先对生成的 2D 人脸图像的人脸面部的掩码进行腐蚀优化处理，以缩小人脸面部的掩码面积，然后，利用进行腐蚀优化后的人脸面部掩码进行图像的无缝拼接融合。

例如，结合图 15，华为笔记本电脑可以基于 2D 人脸图像的人脸面部的轮廓，将 2D 人脸图像的人脸面部的轮廓内的像素点的像素值置为 255，将 2D 人脸图像的该轮廓外的像素点的像素值置为 0，以获得该 2D 人脸图像的人脸面部的掩码（或者称为二值化掩膜）。生成的 2D 人脸图像的人脸面部的掩码如图 15 中的（a）所示。可以对该掩码进行腐蚀处理。腐蚀处理是一种消除边界点，使边界向内部收缩的过程。这样经腐蚀处理后可得到缩小的人脸面部的掩码，如图 15 中的（b）所示。然后，结合图 16，华为笔记本电脑可以根据图 15 中的（b）所示的人脸面部的掩码，将图 16 中的（a）所示的进行仿射变换后的第一 2D 图像和图 16 中的（b）所示的 2D 人脸图像进行无缝拼接融合，以获得图 16 中的（c）所示的融合后的人脸图像，如称为第二 2D 图像。

需要说明的是，在本实施例中，在 3D 人脸的旋转角度较小、无光照变化时，可使用拉普拉斯金字塔融合算法对进行仿射变换后的第一 2D 图像和 2D 人脸图像进行无缝拼接融合。在 3D 人脸的旋转角度较大或光照变化明显时，可使用泊松融合算法对进行仿射变换后的第一 2D 图像和 2D 人脸图像进行无缝拼接融合。当然，也可以采用其他的融合算法进行图像的融合，本申请实施例在此并不做具体限制。

S712、华为笔记本电脑用第二 2D 图像覆盖第一 2D 图像对应区域中的图像，生成校正后的图像。

华为笔记本电脑可以将该第二 2D 图像复制到原 2D 图像，即第一 2D 图像的对应区域，以获得校正后的图像，该图像包括背景图像和人脸图像。例如，结合图 17，用图 17 中的（a）所示的融合后的人脸图像，即第二 2D 图像，覆盖图 17 中的（b）所示的第一 2D 图像对应区域中的图像，便可获得图 17 中的（c）所示的校正后的图像。这样，可以较真实的保护背景信息。可以看到的是，在该图像中，用户 1 的人脸朝向和视线朝向均正对显示屏。华为笔记本电脑可以将该图像发送给用户 2 的电子设备。如用户 2 使用台式电脑与用户 1 进行视频，那么用户 2 观看到的视频画面可如图 18 所示。可以看到的是，用户 2 此时看到的视频画面中用户 1 眼睛看向自己，与自己有眼神交流。

当然，如果用户 2 使用的台式电脑也存在摄像头和显示屏之间存在以下至少一种关系：摄像头和显示屏之间存在距离，摄像头的朝向与显示屏的朝向不同的情况，该台式电脑也可以将采集到的包括用户 2 的图像序列中人脸朝向和显示屏不是正对的图像进行校正，然后将校正后的图像序列发送给用户 1 的华为笔记本电脑，以使用户 1 看到的视频画面中用户 2 眼睛看向自己，与自己有眼神交流，使得沟通更加自然，更加高效。

本申请实施例提供的人脸校正方法，通过对原 2D 图像进行人脸 3D 重建，并对得到的 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行校正后重新投影得到 2D 人脸图像。另外，通过对原 2D 图像进行人脸仿射变换，并基于人脸掩码对进行仿射变换后的原 2D 图像和 2D 人脸图像进行无缝融合，实现了对人脸朝向的校正。使得对端用户观看到的视频画面中的人不会看向别处，会觉得视频画面中的人与自己存在眼神交流，使得沟通更自然，提高沟通效

率。且这种融合方法计算量小，无需占用很多资源。另外，采用本实施例的方法，可以有有效的对人脸轮廓进行保护，还可以对背景信息进行有效保护。

上述主要从电子设备的角度对本申请实施例提供的方案进行了介绍。可以理解的是，电子设备为了实现上述功能，其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该很容易意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例，本申请能够以硬件或硬件和计算机软件的结合形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

本申请实施例可以根据上述方法示例对电子设备进行功能模块的划分，例如，可以对应各个功能划分各个功能模块，也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。需要说明的是，本申请实施例中对模块的划分是示意性的，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式。

图 19 为本申请实施例提供的一种电子设备的组成示意图。如图 19 所示，该电子设备可以包括：获取单元 1901，校正单元 1902，投影单元 1903，变换单元 1904，生成单元 1905 和融合单元 1906。

获取单元 1901，用于获取第一 2D 图像，该第一 2D 图像中的人脸面部的朝向与电子设备的显示屏的垂线不平行。

获取单元 1901，还用于获取 3D 人脸模型，该 3D 人脸模型中人脸面部的朝向与摄像头捕获第一 2D 图像时用户人脸相对于摄像头的朝向相同。

校正单元 1902，用于对获取单元 1901 获得的 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正，校正后的 3D 人脸模型中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行。

投影单元 1903，用于对校正单元 1902 校正后的 3D 人脸模型进行投影，获得 2D 人脸图像，该 2D 人脸图像中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行。

变换单元 1904，用于以投影单元 1903 获得的 2D 人脸图像中的人脸面部图像为目标，对获取单元 1901 获取到的第一 2D 图像中的人脸面部图像进行仿射变换。

生成单元 1905，用于生成投影单元 1903 获得的 2D 人脸图像的人脸面部的掩码（mask）。

融合单元 1906，用于根据生成单元 1905 生成的 2D 人脸图像的人脸面部的 mask，将变换单元 1904 进行仿射变换后的第一 2D 图像和投影单元 1903 获得的 2D 人脸图像进行融合，获得第二 2D 图像，该第二 2D 图像中人脸面部的朝向与显示屏的垂线平行。

进一步的，电子设备可以包括上述摄像头，该摄像头和显示屏之间存在以下至少一种关系：摄像头的朝向与电子设备的显示屏的朝向不同，摄像头与显示屏之间存在距离。获取单元 1901，具体用于通过摄像头采集图像序列，该图像序列中包括第一 2D 图像。

进一步的，上述摄像头可以为 2D 摄像头；获取单元 1901 获取 3D 人脸模型，具体用于：根据第一 2D 图像进行人脸 3D 重建，获得 3D 人脸模型。此时，该单元可以称为重建单元。

进一步的，获取单元 1901 根据第一 2D 图像进行人脸 3D 重建，获得 3D 人脸模型具体用于：对第一 2D 图像进行检测，获取人脸面部的轮廓和特征点的位置，该特征点包括人脸的眉毛，眼睛，鼻子及嘴巴对应位置处的特征点；根据人脸面部的轮廓和特征点的

位置进行人脸 3D 重建，获得 3D 人脸模型。

进一步的，校正单元 1902 具体用于：获取摄像头的朝向与显示屏的朝向的夹角；根据摄像头的朝向与显示屏的朝向的夹角，对 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正。

进一步的，投影单元 1903 具体用于：对校正后的 3D 人脸模型进行投影，获得人脸投影图像；根据校正 3D 人脸模型中 3D 人脸的面部朝向时对 3D 人脸旋转的角度和方向，对人脸投影图像的中的人脸位置进行调整，获得 2D 人脸图像。

进一步的，该电子设备还可以包括：检测单元，用于对 2D 人脸图像进行检测，获取 2D 人脸图像的控制点的位置，人脸面部的特征点的位置以及人脸面部的轮廓。其中，控制点包括以下至少一个位置处的特征点：人脸的额头对应位置处的特征点，人的颈部对应位置处的控制点；在人脸面部的轮廓中，人脸下巴对应位置处的特征点是 2D 人脸图像对应位置处的特征点，人脸面部的轮廓中除人脸下巴对应位置处的特征点是第一 2D 图像对应位置处的特征点。

变换单元 1904，具体用于：根据 2D 人脸图像的人脸面部的特征点的位置，控制点的位置，以及人脸面部的轮廓，对 2D 人脸图像中的人脸面部图像进行区域划分，得到多个第一区域块；根据第一 2D 图像的人脸面部的特征点的位置，控制点的位置，以及人脸面部的轮廓，对第一 2D 图像中的人脸面部图像进行区域划分，得到多个第二区域块，多个第一区域块与多个第二区域块一一对应，第一 2D 图像的控制点的位置是对第一 2D 图像进行检测得到的；以 2D 人脸图像中每个第一区域块为目标，对第一 2D 图像中对应的每个第二区域块进行仿射变换。

进一步的，上述生成单元 1905，还用于对 2D 人脸图像的人脸面部的 mask 进行腐蚀处理。

融合单元 1906，具体用于根据腐蚀处理后的 2D 人脸图像的人脸面部的 mask，将进行仿射变换后的第一 2D 图像和 2D 人脸图像进行融合，获得第二 2D 图像。

进一步的，生成单元 1905，还用于用第二 2D 图像覆盖第一 2D 图像对应区域中的图像，生成校正后的图像。

本申请另一些实施例还提供了一种电子设备，用于执行以上实施例中的方法，以实现上述实施例中电子设备的功能。该电子设备可以包括：显示屏；一个或多个处理器；存储器；摄像头（如 2D 摄像头）。显示屏的朝向和摄像头的朝向不同，和/或，显示屏和摄像头之间存在距离。上述各器件可以通过一个或多个通信总线连接。其中上述存储器中存储一个或多个计算机程序代码，该一个或多个计算机程序代码包括计算机指令，一个或多个处理器用于执行计算机指令，可以用于实现上述图 6 或图 7 所示实施例中电子设备的行为功能。显示屏可用于根据一个或多个处理器的指示进行内容的显示，如显示视频会议或视频聊天过程中的画面。

本申请另一些实施例还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质可包括计算机软件指令，当该计算机软件指令在电子设备上运行时，使得该电子设备执行上述图 6 或图 7 所示实施例中电子设备执行的各个步骤。

本申请另一些实施例还提供一种计算机程序产品，当该计算机程序产品在计算机上运行时，使得该计算机执行上述图 6 或图 7 所示实施例中电子设备执行的各个步骤。

本申请另一些实施例还提供一种芯片系统，该芯片系统可以应用于电子设备。该电子设备包括显示屏和摄像头（如 2D 摄像头）。且，显示屏的朝向和摄像头的朝向不同，和/或，显示屏和摄像头之间存在距离。芯片系统包括接口电路和处理器；接口电路和处

理器通过线路互联；接口电路用于从电子设备的存储器接收信号，并向处理器发送信号，信号包括存储器中存储的计算机指令；当处理器执行该计算机指令时，芯片系统执行如上述图 6 或图 7 所示实施例中电子设备执行的各个步骤。

本申请实施例提供的电子设备，计算机可读存储介质，计算机程序产品及芯片系统，可以执行上述图 6 或图 7 对应的方法实施例电子设备的动作，其实现原理和技术效果类似，在此不再赘述。

通过以上的实施方式的描述，所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，仅以上述各功能模块的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成，即将装置的内部结构划分成不同的功能模块，以完成以上描述的全部或者部分功能。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述模块或单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个装置，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是一个物理单元或多个物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个不同地方。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请实施例的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一个设备（可以是单片机，芯片等）或处理器（processor）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何在本申请揭露的技术范围内的变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1、一种人脸校正方法，其特征在于，所述方法包括：

电子设备获取第一二维 2D 图像，所述第一 2D 图像中的人脸面部的朝向与所述电子设备的显示屏的垂线不平行；

所述电子设备获取三维 3D 人脸模型，所述 3D 人脸模型中人脸面部的朝向与摄像头捕获所述第一 2D 图像时用户人脸相对于所述摄像头的朝向相同；

所述电子设备对所述 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正，校正后的所述 3D 人脸模型中人脸面部的朝向与所述显示屏的垂线平行；

所述电子设备对校正后的所述 3D 人脸模型进行投影，获得 2D 人脸图像，所述 2D 人脸图像中人脸面部的朝向与所述显示屏的垂线平行；

所述电子设备以所述 2D 人脸图像中的人脸面部图像为目标，对所述第一 2D 图像中的人脸面部图像进行仿射变换；

所述电子设备生成所述 2D 人脸图像的人脸面部的掩码 mask；

所述电子设备根据所述 2D 人脸图像的人脸面部的 mask，将进行仿射变换后的第一 2D 图像和所述 2D 人脸图像进行融合，获得第二 2D 图像，所述第二 2D 图像中人脸面部的朝向与所述显示屏的垂线平行。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述电子设备还包括所述摄像头，所述摄像头和所述显示屏之间存在以下至少一种关系：所述摄像头的朝向与所述显示屏的朝向不同，所述摄像头与所述显示屏之间存在距离；

所述电子设备获取第一二维 2D 图像，包括：

所述电子设备通过所述摄像头采集图像序列，所述图像序列中包括所述第一 2D 图像。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述摄像头为 2D 摄像头，所述电子设备获取三维 3D 人脸模型，包括：

所述电子设备根据所述第一 2D 图像进行人脸 3D 重建，获得所述 3D 人脸模型。

4、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述电子设备根据所述第一 2D 图像进行人脸 3D 重建，获得所述 3D 人脸模型，包括：

所述电子设备对所述第一 2D 图像进行检测，获取人脸面部的轮廓和特征点的位置，所述特征点包括人脸的眉毛，眼睛，鼻子及嘴巴对应位置处的特征点；

所述电子设备根据所述人脸面部的轮廓和特征点的位置进行人脸 3D 重建，获得所述 3D 人脸模型。

5、根据权利要求 1-4 中任一项所述的方法，其特征在于，所述电子设备对所述 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正，包括：

所述电子设备获取所述摄像头的朝向与所述显示屏的朝向的夹角；

所述电子设备根据所述摄像头的朝向与所述显示屏的朝向的夹角，对所述 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正。

6、根据权利要求 1-5 中任一项所述的方法，其特征在于，所述电子设备对校正后的所述 3D 人脸模型进行投影，获得 2D 人脸图像，包括：

所述电子设备对校正后的所述 3D 人脸模型进行投影，获得人脸投影图像；

所述电子设备根据校正所述 3D 人脸模型中 3D 人脸的面部朝向时对 3D 人脸旋转的角度和方向，对所述人脸投影图像中的人脸位置进行调整，获得所述 2D 人脸图像。

7、根据权利要求 1-6 中任一项所述的方法，其特征在于，在获得所述 2D 人脸图像之后，所述方法还包括：

所述电子设备对所述 2D 人脸图像进行检测，获取所述 2D 人脸图像的控制点的位置，人脸面部的特征点的位置以及人脸面部的轮廓；其中，所述控制点包括以下至少一个位置处的特征点：人脸的额头对应位置处的特征点，人的颈部对应位置处的特征点；在所述人脸面部的轮廓中，人脸下巴对应位置处的特征点是所述 2D 人脸图像对应位置处的特征点，所述人脸面部的轮廓中除人脸下巴对应位置处的特征点是所述第一 2D 图像对应位置处的特征点；

所述电子设备以所述 2D 人脸图像中的人脸面部图像为目标，对所述第一 2D 图像中的人脸面部图像进行仿射变换，包括：

所述电子设备根据所述 2D 人脸图像的人脸面部的特征点的位置，控制点的位置，以及人脸面部的轮廓，对所述 2D 人脸图像中的人脸面部图像进行区域划分，得到多个第一区域块；

所述电子设备根据所述第一 2D 图像的人脸面部的特征点的位置，控制点的位置，以及人脸面部的轮廓，对所述第一 2D 图像中的人脸面部图像进行区域划分，得到多个第二区域块，所述多个第一区域块与所述多个第二区域块一一对应，所述第一 2D 图像的控制点的位置是对所述第一 2D 图像进行检测得到的；

所述电子设备以所述 2D 人脸图像中每个第一区域块为目标，对所述第一 2D 图像中对应的每个第二区域块进行仿射变换。

8、根据权利要求 1-7 中任一项所述的方法，其特征在于，在所述生成所述 2D 人脸图像的人脸面部的掩码 mask 之后，所述方法还包括：

所述电子设备对所述 2D 人脸图像的人脸面部的 mask 进行腐蚀处理；

所述电子设备根据所述 2D 人脸图像的人脸面部的 mask，将进行仿射变换后的第一 2D 图像和所述 2D 人脸图像进行融合，获得第二 2D 图像，包括：

所述电子设备根据腐蚀处理后的所述 2D 人脸图像的人脸面部的 mask，将进行仿射变换后的第一 2D 图像和所述 2D 人脸图像进行融合，获得所述第二 2D 图像。

9、根据权利要求 1-8 中任一项所述的方法，其特征在于，在获得所述第二 2D 图像后，所述方法还包括：

所述电子设备用所述第二 2D 图像覆盖所述第一 2D 图像对应区域中的图像，生成校正后的图像。

10、一种电子设备，其特征在于，所述电子设备包括：处理器，存储器和显示屏；所述处理器，所述存储器以及所述显示屏耦合，所述存储器用于存储计算机程序代码，所述计算机程序代码包括计算机指令，当所述计算机指令被所述电子设备执行时，使得所述电子设备执行如下操作：

获取第一二维 2D 图像，所述第一 2D 图像中的人脸面部的朝向与所述显示屏的垂线不平行；

获取三维 3D 人脸模型，所述 3D 人脸模型中人脸面部的朝向与摄像头捕获所述第一 2D 图像时用户人脸相对于所述摄像头的朝向相同；

对所述 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正，校正后的所述 3D 人脸模型中人脸面部的朝向与所述显示屏的垂线平行；

对校正后的所述 3D 人脸模型进行投影，获得 2D 人脸图像，所述 2D 人脸图像中人脸

面部的朝向与所述显示屏的垂线平行；

以所述 2D 人脸图像中的人脸面部图像为目标，对所述第一 2D 图像中的人脸面部图像进行仿射变换；

生成所述 2D 人脸图像的人脸面部的掩码 mask；

根据所述 2D 人脸图像的人脸面部的 mask，将进行仿射变换后的第一 2D 图像和所述 2D 人脸图像进行融合，获得第二 2D 图像，所述第二 2D 图像中人脸面部的朝向与所述显示屏的垂线平行。

11、根据权利要求 10 所述的电子设备，其特征在于，所述电子设备还包括所述摄像头，所述摄像头和所述显示屏之间存在以下至少一种关系：所述摄像头的朝向与所述显示屏的朝向不同，所述摄像头与所述显示屏之间存在距离；

所述获取第一二维 2D 图像，具体为：通过所述摄像头采集图像序列，所述图像序列中包括所述第一 2D 图像。

12、根据权利要求 10 或 11 所述的电子设备，其特征在于，所述摄像头为 2D 摄像头，所述获取三维 3D 人脸模型，具体为：根据所述第一 2D 图像进行人脸 3D 重建，获得所述 3D 人脸模型。

13、根据权利要求 12 所述的电子设备，其特征在于，所述根据所述第一 2D 图像进行人脸 3D 重建，获得所述 3D 人脸模型，具体为：

对所述第一 2D 图像进行检测，获取人脸面部的轮廓和特征点的位置，所述特征点包括人脸的眉毛，眼睛，鼻子及嘴巴对应位置处的特征点；

根据所述人脸面部的轮廓和特征点的位置进行人脸 3D 重建，获得所述 3D 人脸模型。

14、根据权利要求 10-13 中任一项所述的电子设备，其特征在于，所述对所述 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正，具体为：

获取所述摄像头的朝向与所述显示屏的朝向的夹角；

根据所述摄像头的朝向与所述显示屏的朝向的夹角，对所述 3D 人脸模型中的 3D 人脸进行面部朝向校正。

15、根据权利要求 10-14 中任一项所述的电子设备，其特征在于，所述对校正后的所述 3D 人脸模型进行投影，获得 2D 人脸图像，具体为：

对校正后的所述 3D 人脸模型进行投影，获得人脸投影图像；

根据校正所述 3D 人脸模型中 3D 人脸的面部朝向时对 3D 人脸旋转的角度和方向，对所述人脸投影图像中的人脸位置进行调整，获得所述 2D 人脸图像。

16、根据权利要求 10-15 中任一项所述的电子设备，其特征在于，当所述计算机指令被所述电子设备执行时，还使得所述电子设备执行如下操作：

对所述 2D 人脸图像进行检测，获取所述 2D 人脸图像的控制点的位置，人脸面部的特征点的位置以及人脸面部的轮廓；其中，所述控制点包括以下至少一个位置处的特征点：人脸的额头对应位置处的特征点，人的颈部对应位置处的特征点；在所述人脸面部的轮廓中，人脸下巴对应位置处的特征点是所述 2D 人脸图像对应位置处的特征点，所述人脸面部的轮廓中除人脸下巴对应位置处的特征点是所述第一 2D 图像对应位置处的特征点；

所述以所述 2D 人脸图像中的人脸面部图像为目标，对所述第一 2D 图像中的人脸面部图像进行仿射变换，具体为：

根据所述 2D 人脸图像的人脸面部的特征点的位置，控制点的位置，以及人脸面部的

轮廓，对所述 2D 人脸图像中的人脸面部图像进行区域划分，得到多个第一区域块；

根据所述第一 2D 图像的人脸面部的特征点的位置，控制点的位置，以及人脸面部的轮廓，对所述第一 2D 图像中的人脸面部图像进行区域划分，得到多个第二区域块，所述多个第一区域块与所述多个第二区域块一一对应，所述第一 2D 图像的控制点的位置是对所述第一 2D 图像进行检测得到的；

以所述 2D 人脸图像中每个第一区域块为目标，对所述第一 2D 图像中对应的每个第二区域块进行仿射变换。

17、根据权利要求 10-16 中任一项所述的电子设备，其特征在于，当所述计算机指令被所述电子设备执行时，还使得所述电子设备执行如下操作：

对所述 2D 人脸图像的人脸面部的 mask 进行腐蚀处理；

所述根据所述 2D 人脸图像的人脸面部的 mask，将进行仿射变换后的第一 2D 图像和所述 2D 人脸图像进行融合，获得第二 2D 图像，具体为：根据腐蚀处理后的所述 2D 人脸图像的人脸面部的 mask，将进行仿射变换后的第一 2D 图像和所述 2D 人脸图像进行融合，获得所述第二 2D 图像。

18、根据权利要求 10-17 中任一项所述的电子设备，其特征在于，当所述计算机指令被所述电子设备执行时，还使得所述电子设备执行如下操作：

用所述第二 2D 图像覆盖所述第一 2D 图像对应区域中的图像，生成校正后的图像。

19、一种计算机可读存储介质，其特征在于，包括：计算机软件指令；

当所述计算机软件指令在电子设备中运行时，使得所述电子设备执行如权利要求 1 至 9 中任一项所述的人脸校正方法。

20、一种计算机程序产品，其特征在于，当所述计算机程序产品在计算机上运行时，使得所述计算机执行如权利要求 1 至 9 中任一项所述的人脸校正方法。

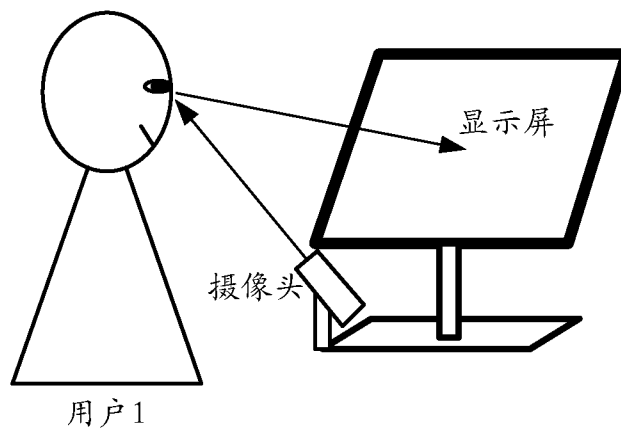


图 1

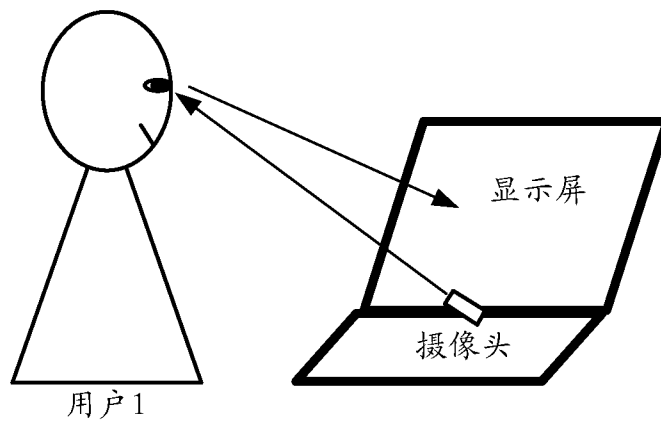


图 2

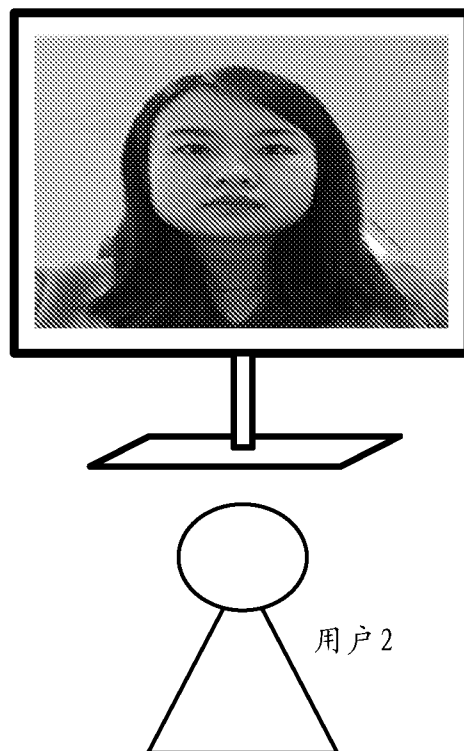


图 3

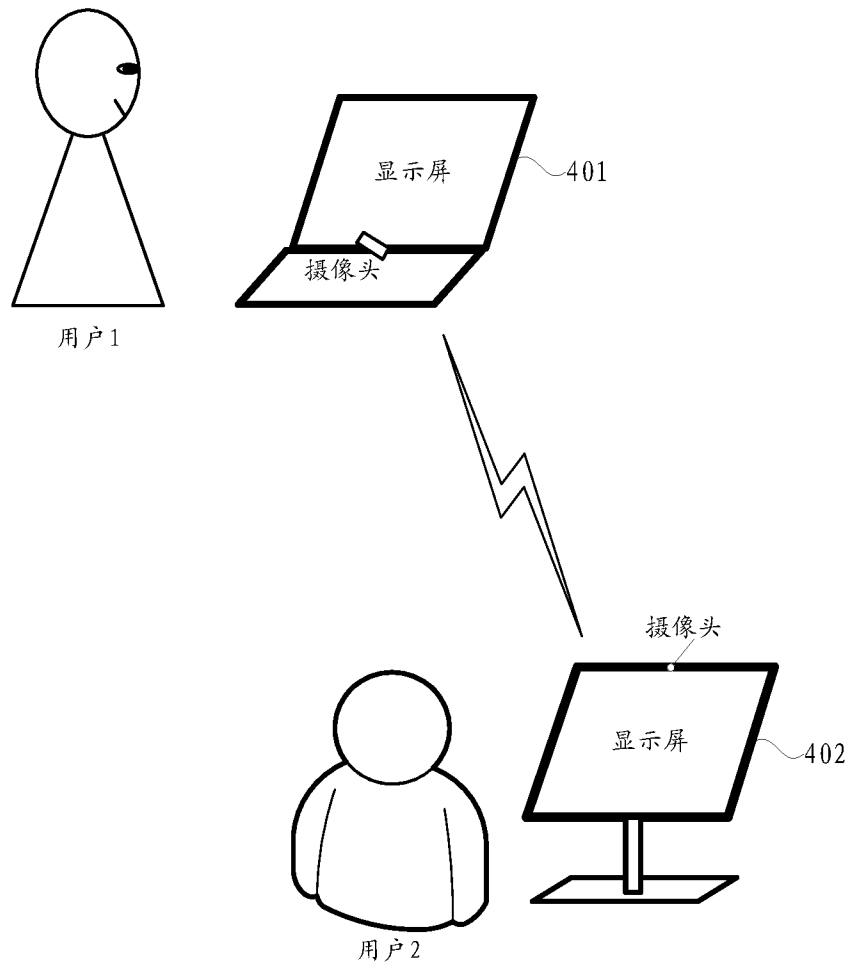


图 4

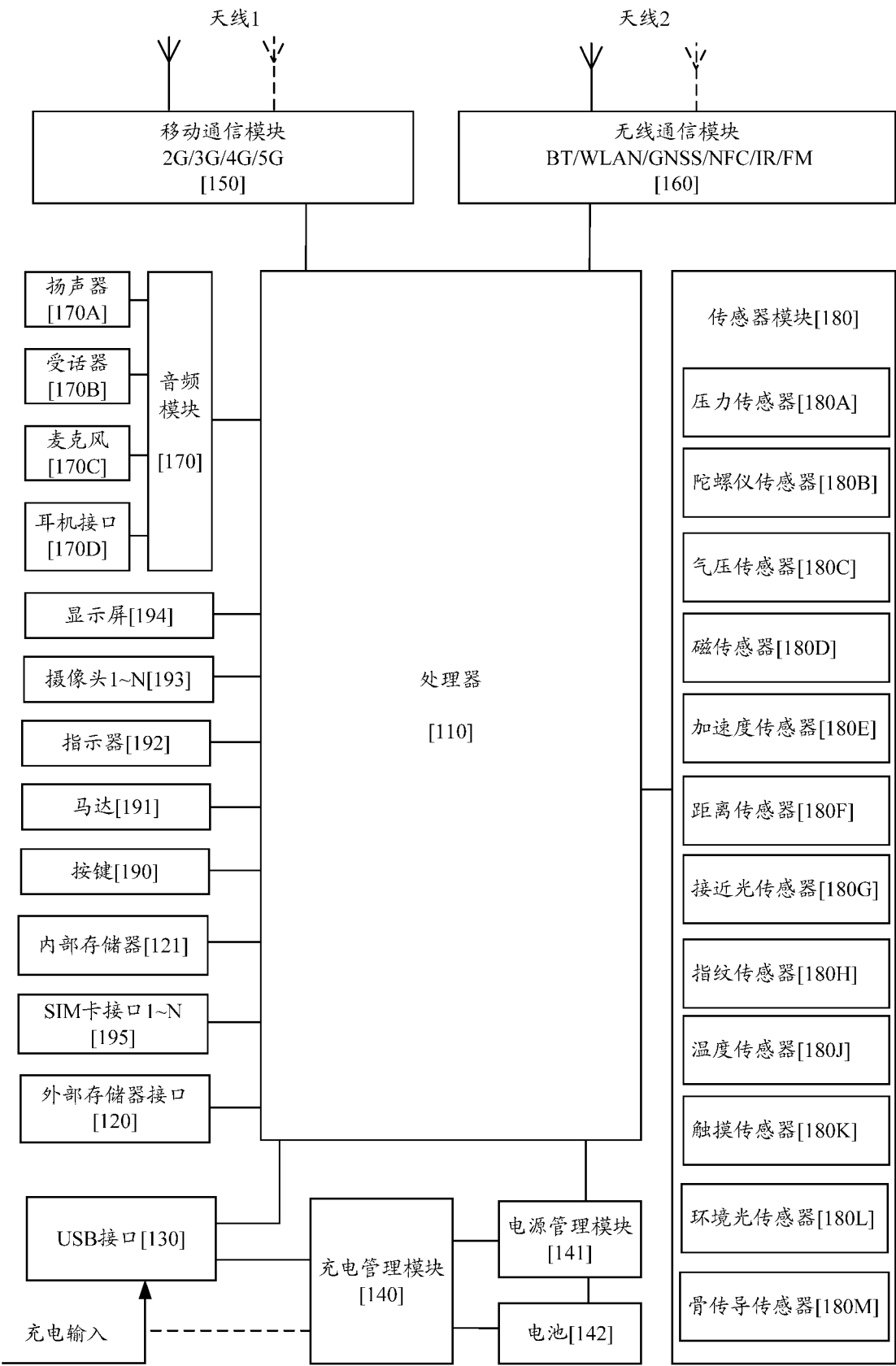


图 5



图 6

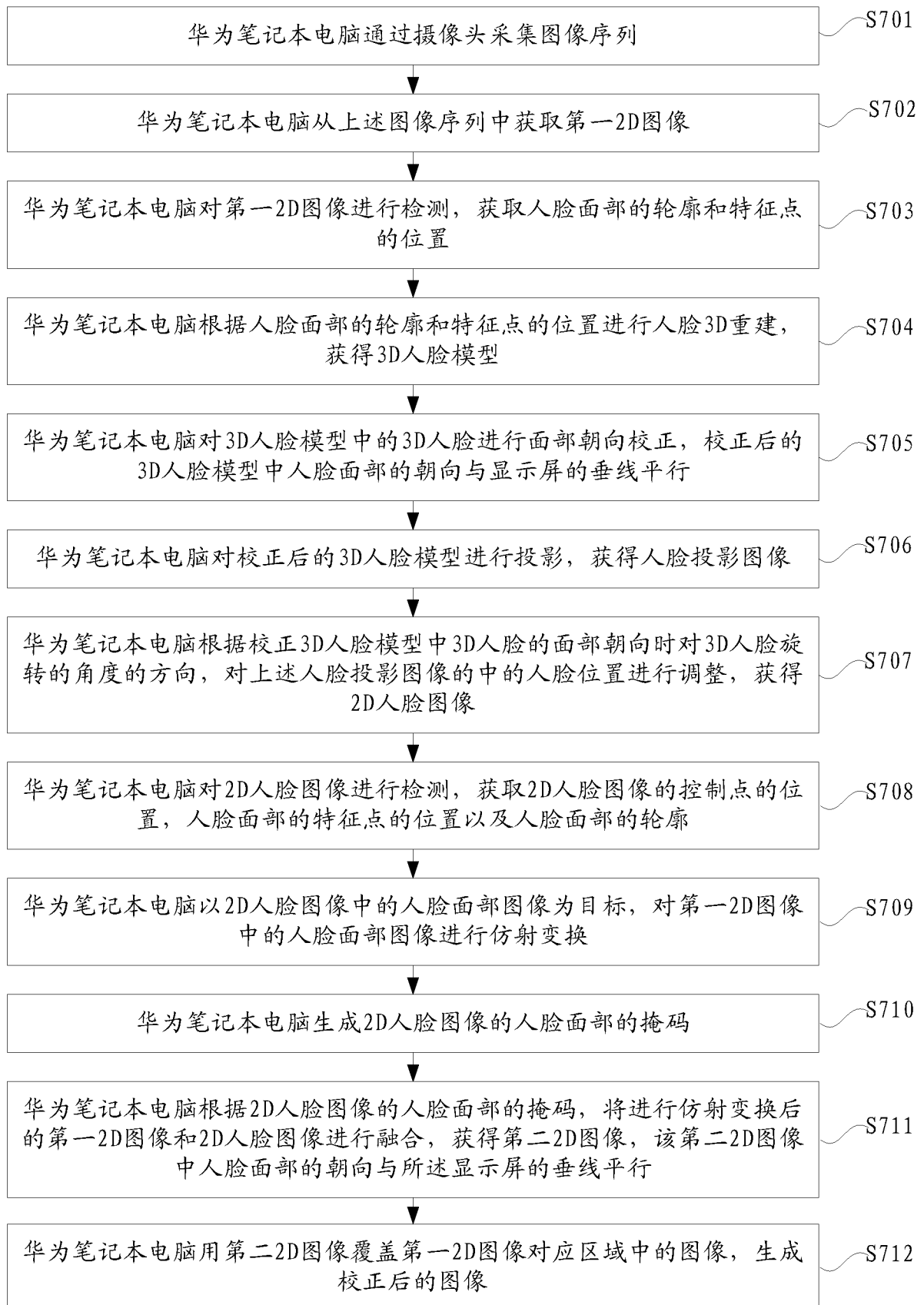


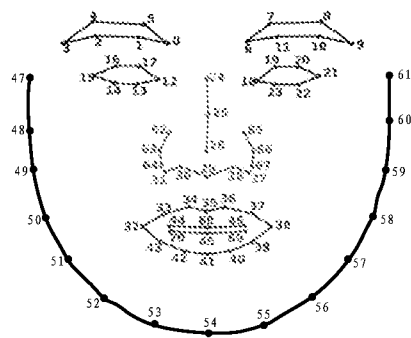
图 7



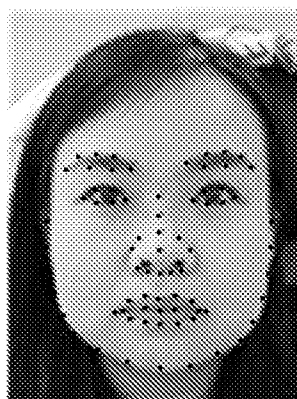
图 8



(a) 第一2D图像

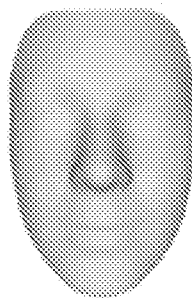


(b)



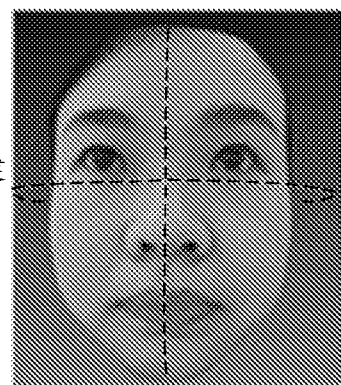
(c) 人脸特征检测

+



(d) 已知的3D人脸模型

3D人脸重建



(e) 3D人脸模型

图 9

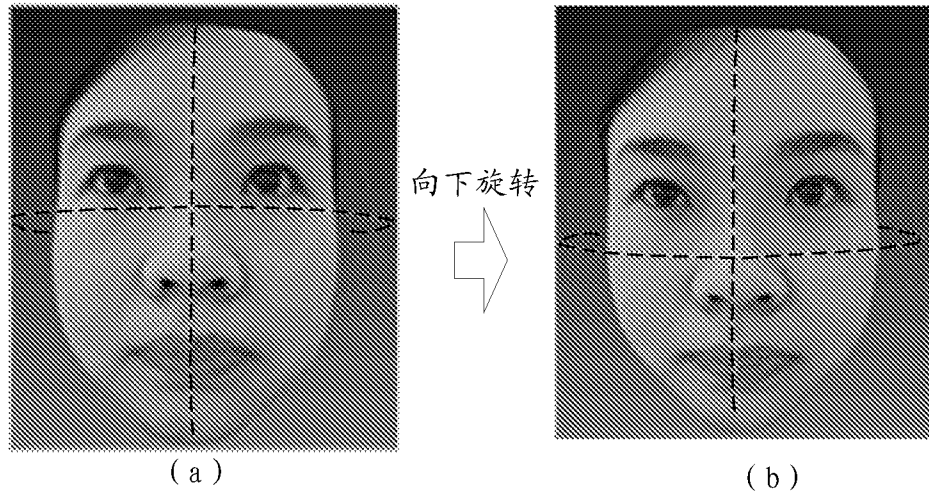


图 10

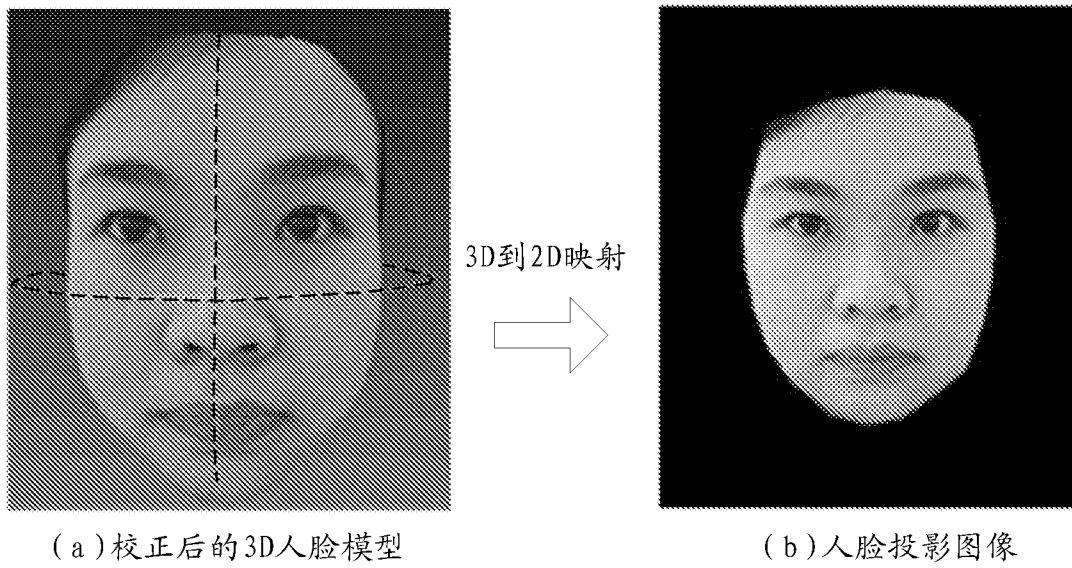


图 11

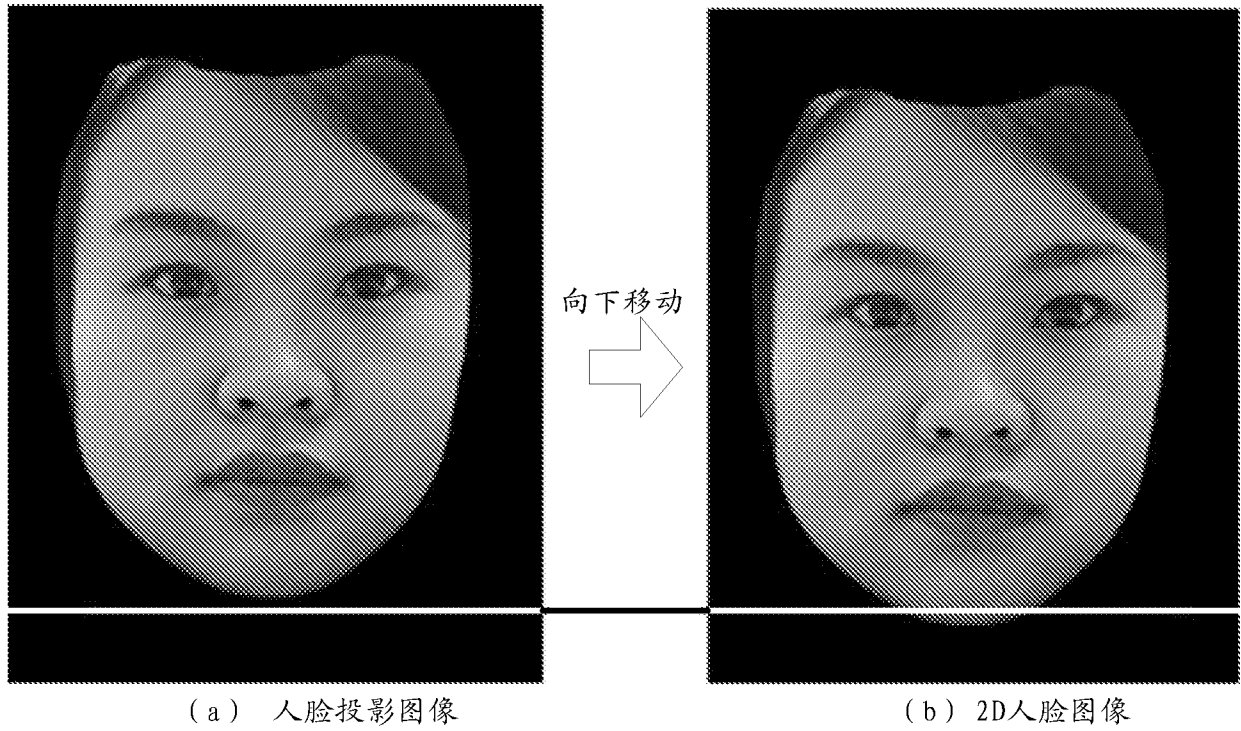
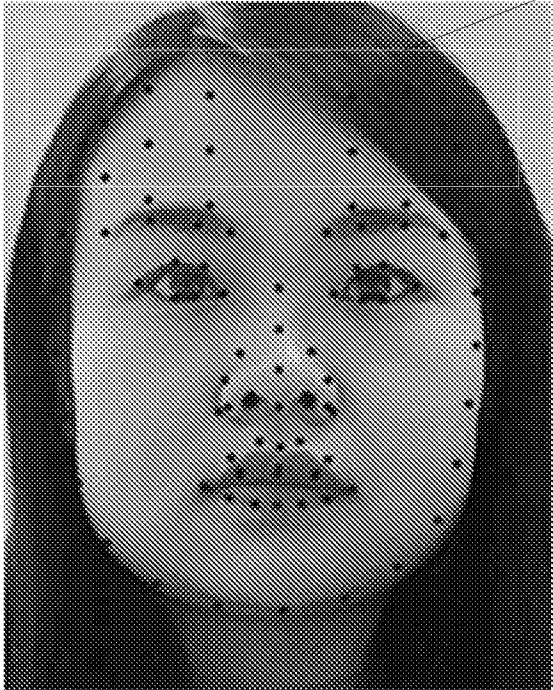
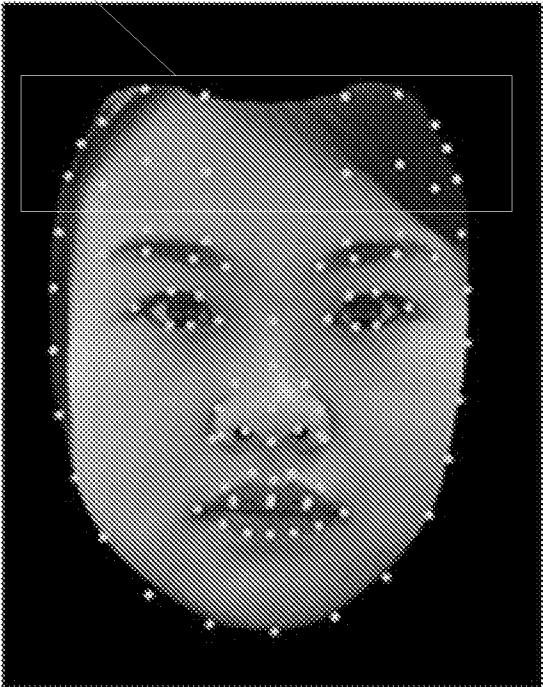


图 12

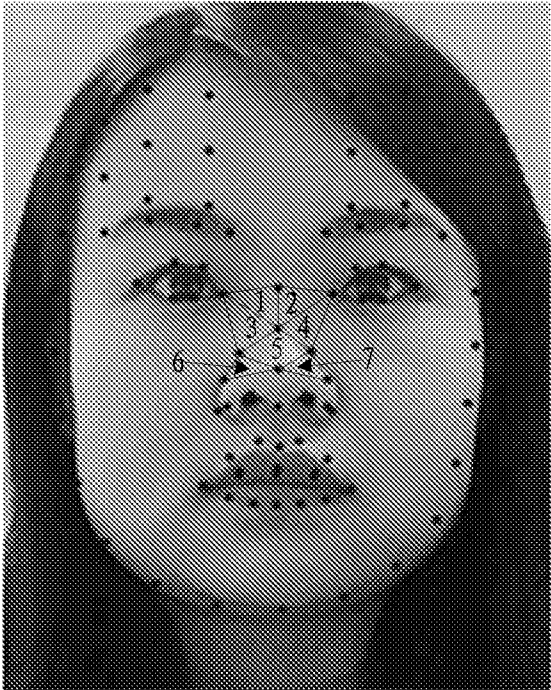
额头对应位置处的特征点



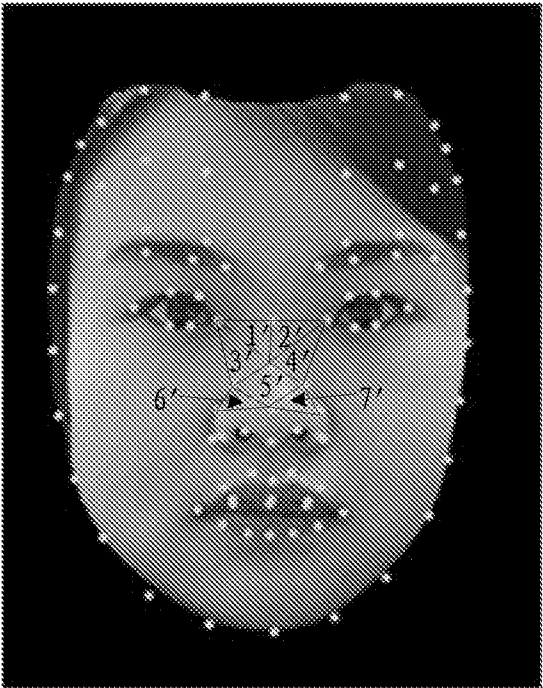
(a) 第一2D图像



(b) 2D人脸图像



(c)



(d)

图 13

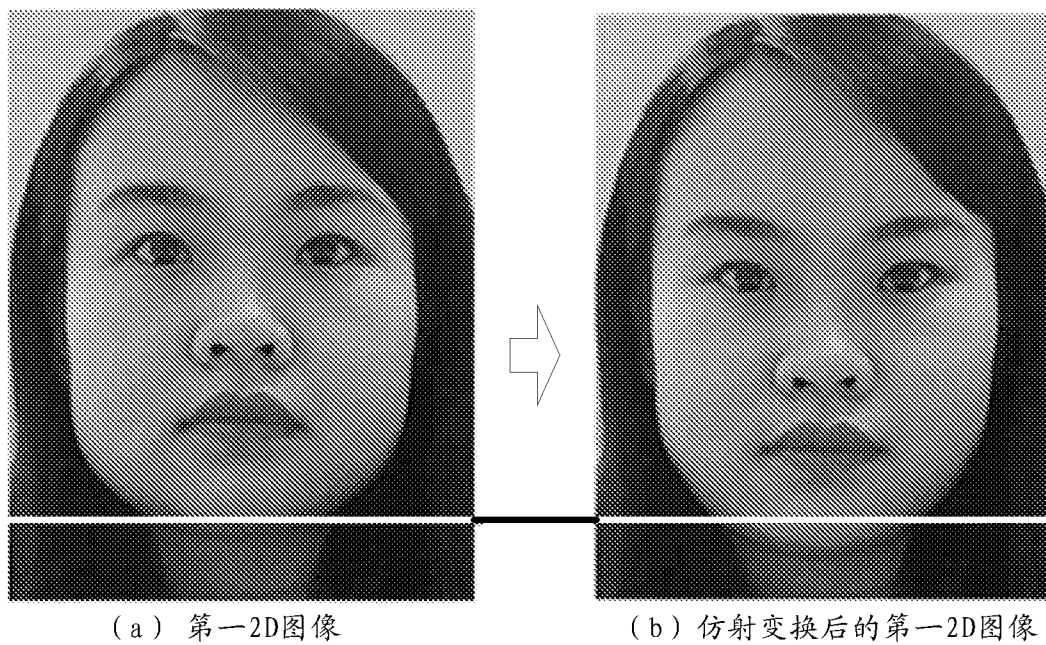


图 14

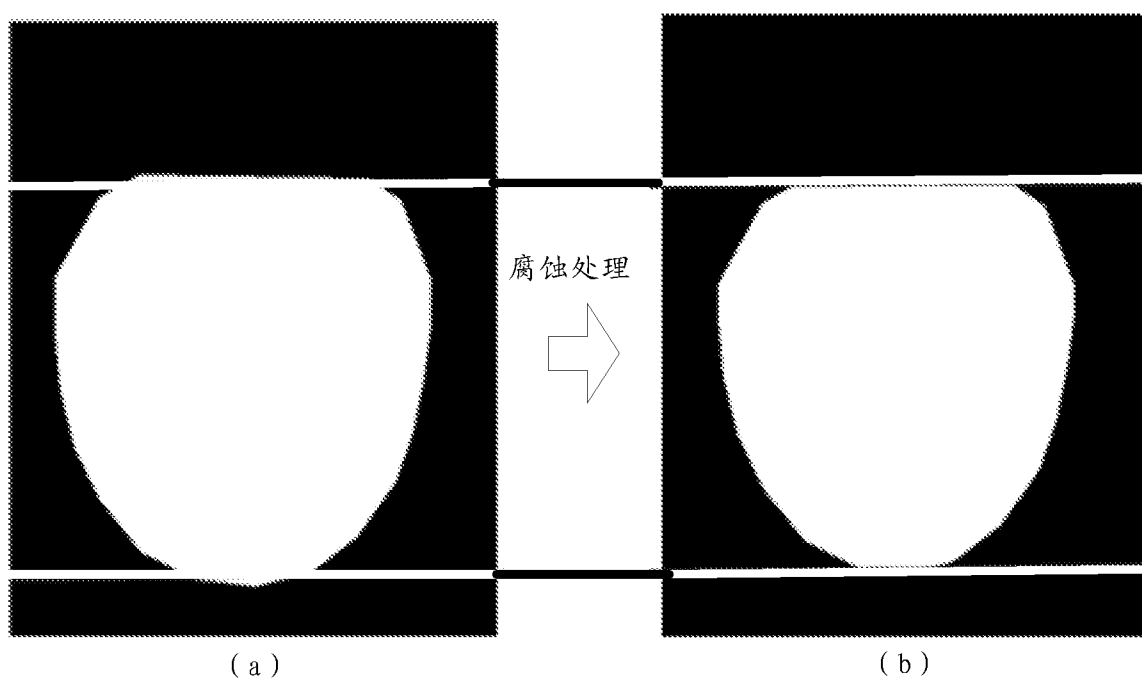
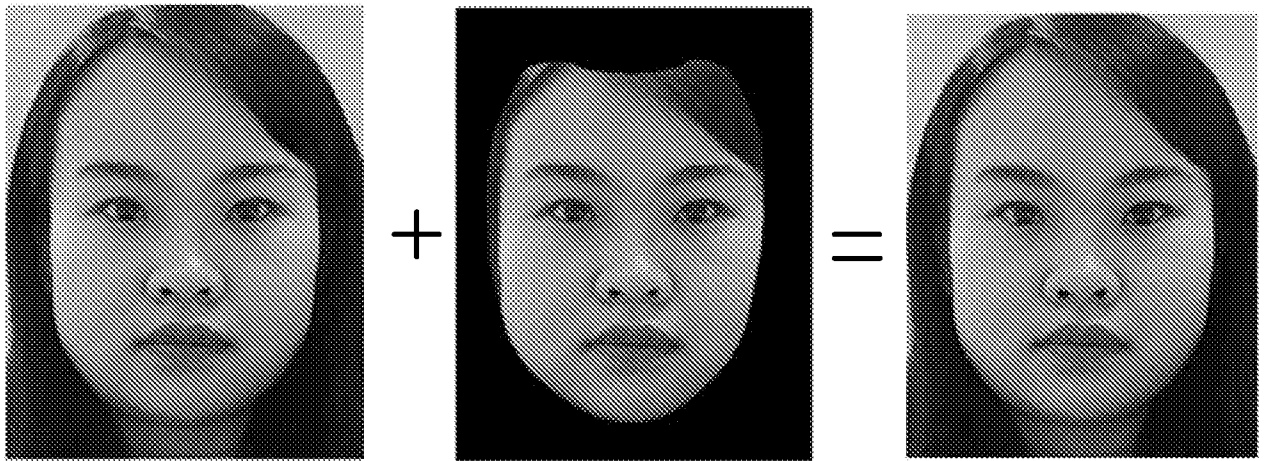


图 15



(a) 仿射变换后的第一2D图像

(b) 2D人脸图像

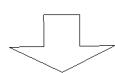
(c) 融合后的人脸图像

图 16



(a) 融合后的人脸图像

+



(b) 第一2D图像



(c)

图 17

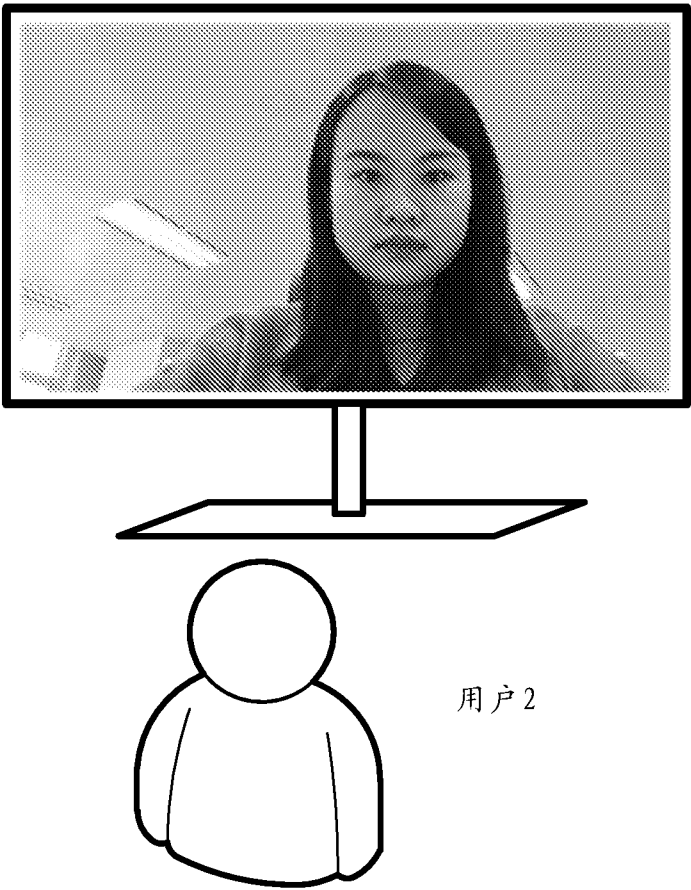


图 18

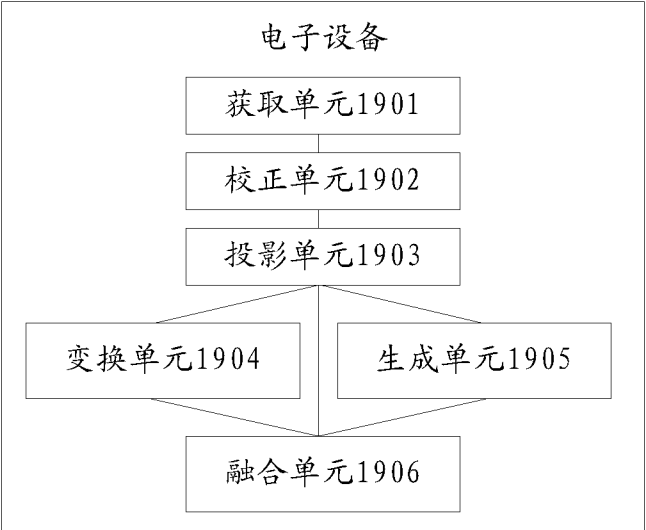


图 19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/095787

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 3/00(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)

G06T; G06K

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)

CNPAT, EPODOC, WPI, CNKI, IEEE: 人脸, 面部, 眼神, 视线, 目光, 注视, 方向, 校正, 矫正, 修改, 改变, 仿射, 垂直, 垂线, 正视, 掩膜, 轮廓, 掩码, 蒙版, 融合, 合并, 合成, face, eye, gaze, direction, correct, modify, mask, affine, combine, merge

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106981078 A (GUANGZHOU SHIYUAN ELECTRONIC TECHNOLOGY COMPANY LIMITED) 25 July 2017 (2017-07-25) description, paragraphs [0048]-[0119], and figures 2-4	1-20
A	CN 105763829 A (LENOVO (BEIJING) LTD.) 13 July 2016 (2016-07-13) entire document	1-20
A	US 2017262970 A1 (CHEN, Ke et al.) 14 September 2017 (2017-09-14) entire document	1-20
A	CN 107392844 A (SAMSUNG ELECTRONICS (CHINA) R & D CENTER et al.) 24 November 2017 (2017-11-24) entire document	1-20
A	CN 105989577 A (ZTE CORPORATION) 05 October 2016 (2016-10-05) entire document	1-20
A	CN 104992417 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) 21 October 2015 (2015-10-21) entire document	1-20

☐ 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

01 September 2020

Date of mailing of the international search report

17 September 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/095787

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106981078	A	25 July 2017	WO	2018188277	A1	18 October 2018
				CN	106981078	B	31 December 2019
CN	105763829	A	13 July 2016	None			
US	2017262970	A1	14 September 2017	WO	2017041295	A1	16 March 2017
				US	10152778	B2	11 December 2018
CN	107392844	A	24 November 2017	None			
CN	105989577	A	05 October 2016	WO	2016131217	A1	25 August 2016
CN	104992417	A	21 October 2015	CN	104992417	B	19 December 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/095787

A. 主题的分类 G06T 3/00 (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) G06T; G06K 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)) CNPAT, EPDOC, WPI, CNKI, IEEE: 人脸, 面部, 眼神, 视线, 目光, 注视, 方向, 校正, 矫正, 修改, 改变, 仿射, 垂直, 垂线, 正视, 掩膜, 轮廓, 掩码, 蒙版, 融合, 合并, 合成, face, eye, gaze, direction, correct, modify, mask, affine, combine, merge																							
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>A</td> <td>CN 106981078 A (广州视源电子科技有限公司) 2017年 7月 25日 (2017 - 07 - 25) 说明书第[0048]-[0119]段、图2-4</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105763829 A (联想北京有限公司) 2016年 7月 13日 (2016 - 07 - 13) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2017262970 A1 (CHEN, Ke et al.) 2017年 9月 14日 (2017 - 09 - 14) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107392844 A (三星电子中国研发中心 等) 2017年 11月 24日 (2017 - 11 - 24) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105989577 A (中兴通讯股份有限公司) 2016年 10月 5日 (2016 - 10 - 05) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104992417 A (上海交通大学) 2015年 10月 21日 (2015 - 10 - 21) 全文</td> <td>1-20</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	A	CN 106981078 A (广州视源电子科技有限公司) 2017年 7月 25日 (2017 - 07 - 25) 说明书第[0048]-[0119]段、图2-4	1-20	A	CN 105763829 A (联想北京有限公司) 2016年 7月 13日 (2016 - 07 - 13) 全文	1-20	A	US 2017262970 A1 (CHEN, Ke et al.) 2017年 9月 14日 (2017 - 09 - 14) 全文	1-20	A	CN 107392844 A (三星电子中国研发中心 等) 2017年 11月 24日 (2017 - 11 - 24) 全文	1-20	A	CN 105989577 A (中兴通讯股份有限公司) 2016年 10月 5日 (2016 - 10 - 05) 全文	1-20	A	CN 104992417 A (上海交通大学) 2015年 10月 21日 (2015 - 10 - 21) 全文	1-20
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
A	CN 106981078 A (广州视源电子科技有限公司) 2017年 7月 25日 (2017 - 07 - 25) 说明书第[0048]-[0119]段、图2-4	1-20																					
A	CN 105763829 A (联想北京有限公司) 2016年 7月 13日 (2016 - 07 - 13) 全文	1-20																					
A	US 2017262970 A1 (CHEN, Ke et al.) 2017年 9月 14日 (2017 - 09 - 14) 全文	1-20																					
A	CN 107392844 A (三星电子中国研发中心 等) 2017年 11月 24日 (2017 - 11 - 24) 全文	1-20																					
A	CN 105989577 A (中兴通讯股份有限公司) 2016年 10月 5日 (2016 - 10 - 05) 全文	1-20																					
A	CN 104992417 A (上海交通大学) 2015年 10月 21日 (2015 - 10 - 21) 全文	1-20																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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																			
* 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		国际检索报告邮寄日期																					
2020年 9月 1日		2020年 9月 17日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																					
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		董洪梅 电话号码 86-(10)-53961528																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/095787

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	106981078	A	2017年 7月 25日	WO	2018188277	A1	2018年 10月 18日
				CN	106981078	B	2019年 12月 31日
CN	105763829	A	2016年 7月 13日	无			
US	2017262970	A1	2017年 9月 14日	WO	2017041295	A1	2017年 3月 16日
				US	10152778	B2	2018年 12月 11日
CN	107392844	A	2017年 11月 24日	无			
CN	105989577	A	2016年 10月 5日	WO	2016131217	A1	2016年 8月 25日
CN	104992417	A	2015年 10月 21日	CN	104992417	B	2017年 12月 19日