(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
2023 年 7 月 6 日 (06.07.2023)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2023/124237 A1

(51) 国际专利分类号:
G06V 40/16 (2022.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/118604

(22) 国际申请日: 2022 年 9 月 14 日 (14.09.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202111645175.4 2021年12月29日 (29.12.2021) CN

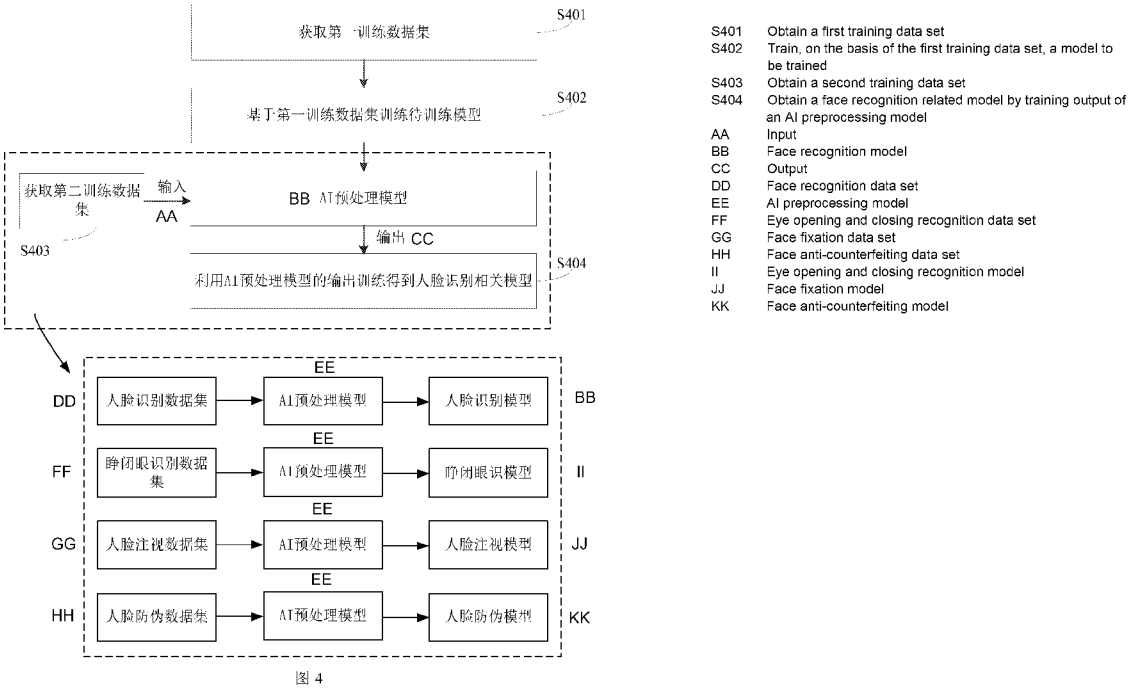
(71) 申请人: 荣耀终端有限公司(**HONOR DEVICE CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路8089号深业中城6号楼A单元3401, Guangdong 518040 (CN)。

(72) 发明人: **周俊伟(ZHOU, Junwei)**; 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路8089号深业中城6号楼A单元3401, Guangdong 518040 (CN)。 **宋小刚(SONG, Xiaogang)**; 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路8089号深业中城6号楼A单元3401, Guangdong 518040 (CN)。 **刘小伟(LIU, Xiaowei)**; 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路8089号深业中城6号楼A单元3401, Guangdong 518040 (CN)。 **陈兵(CHEN, Bing)**; 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路8089号深业中城6号楼A单元3401, Guangdong 518040 (CN)。 **王国毅(WANG, Guoyi)**; 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路8089号深业中城6号楼A单元3401, Guangdong 518040 (CN)。

(74) 代理人: **北京同立钧成知识产权代理有限公司(LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM)**; 中

(54) **Title:** IMAGE PROCESSING METHOD AND APPARATUS BASED ON UNDER-SCREEN IMAGE, AND STORAGE MEDIUM

(54) **发明名称:** 基于屏下图像的图像处理方法、装置及存储介质



S401 Obtain a first training data set
S402 Train, on the basis of the first training data set, a model to be trained
S403 Obtain a second training data set
S404 Obtain a face recognition related model by training output of an AI preprocessing model
AA Input
BB Face recognition model
CC Output
DD Face recognition data set
EE AI preprocessing model
FF Eye opening and closing recognition data set
GG Face fixation data set
HH Face anti-counterfeiting data set
II Eye opening and closing recognition model
JJ Face fixation model
KK Face anti-counterfeiting model

图 4

(57) **Abstract:** Embodiments of the present application relate to the technical field of artificial intelligence (AI), and provide an image processing method and apparatus based on an under-screen image, and a storage medium. When an image processing model is a model trained on the basis of an image outputted from an AI preprocessing model, the AI preprocessing model used for outputting an image having better quality by using an image having poor quality can be trained first, and a data set used for training the image processing model used in conjunction with the AI preprocessing model is constructed by utilizing the output of the AI preprocessing model, and

WO 2023/124237 A1

[见续页]

国北京市海淀区西直门北大街32号枫蓝国际A座8F-6, Beijing 100082 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, 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, 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))。

after the data set is trained to obtain the image processing model, the output of the AI preprocessing model can well meet the input requirement of the image processing model. Therefore, the under-screen image is inputted into the AI preprocessing model to obtain a processed image, the processed image is then inputted into the image processing model, and a relatively good processing effect can be obtained. In this way, a terminal device can achieve better image processing when a screen is not punched, and the flexibility of appearance design of the terminal device is improved.

(57) 摘要：本申请实施例提供基于屏下图像的图像处理方法、装置及存储介质，涉及人工智能技术领域。当图像处理模型为基于AI预处理模型输出的图像训练得到的模型时，可以先训练用于利用质量较差的图像输出质量较好的AI预处理模型，利用AI预处理模型的输出构建用于训练与AI预处理模型配合使用的图像处理模型的数据集，则该数据集训练得到图像处理模型后，AI预处理模型的输出能较好满足该图像处理模型的输入需求，因此将屏下图像输入AI预处理模型，得到处理后的图像，再将处理后的图像输入图像处理模型，能得到较好的处理效果。这样，终端设备可以在屏幕不打孔的情况下实现较好的图像处理，增加了终端设备外形设计的灵活性。

基于屏下图像的图像处理方法、装置及存储介质

本申请要求于2021年12月29日提交中国国家知识产权局、申请号为202111645175.4、申请名称为“基于屏下图像的图像处理方法、装置及存储介质”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

本申请涉及人工智能(artificial intelligence，AI)技术领域，尤其涉及一种基于屏下图像的图像处理方法、装置及存储介质。

背景技术

随着终端技术的发展，终端设备的功能越来越多样化。例如，终端设备可以具备人脸解锁、人脸支付、手势解锁、手势支付等功能。在终端设备实现上述功能时，终端设备通常需要拍摄图像，并通过用于处理图像的AI模型实现上述功能。

AI模型实现上述功能时，通常需要在AI模型中输入质量较好的图像，质量较好的图像例如为清晰度较好和亮度较好等的图像。这是因为，AI模型处理图像时，通常需要基于图像的特征信息实现人脸识别或手势识别等，低质量的图像中特征信息缺失或不明显，因此会影响AI模型的识别精度，进而导致终端设备实现上述功能时精度较低、效果较差。

因此，通常的实现中，需要在终端设备的屏幕中开孔，使得摄像头传感器在接收光学信号时不被屏幕遮挡，从而得到质量相对较好的图像。但是，在终端设备的屏幕中开孔的方式，限制了终端设备外形设计的灵活性，也可能影响部分喜好完整屏幕的用户的视觉观感。

发明内容

本申请实施例提供一种基于屏下图像的图像处理方法、装置及存储介质，可以基于设置在屏幕下方的相机拍摄的图像，得到较好的图像识别效果，因此可以适用于屏幕无开孔的终端设备，使得终端设备的屏幕不因实现图像识别功能而造成设计受限。

第一方面，本申请实施例提供一种基于屏下图像的图像处理方法，该方法包括：获取屏下图像。将屏下图像输入预先训练的人工智能AI预处理模型，得到处理后的图像。将处理后的图像输入图像处理模型，得到处理结果。其中，当图像处理模型为基于AI预处理模型输出的图像训练得到的模型时，AI预处理模型为利用第一训练数据集训练得到的模型，第一训练数据集包括第一测试数据和第一样本数据，第一测试数据中的测试图像在第一样本数据中对应有样本图像，测试图像的图像质量差于样本图像的图像质量。图像处理模型为将第二训练数据集输入AI预处理模型后，利用AI预处理模型的输出训练得到的，第二训练数据集包括用于实现图像处理模型所需实现功能的相关数据集。

本申请实施例中，当图像处理模型为基于AI预处理模型输出的图像训练得到的模型时，可以先训练用于利用质量较差的图像输出质量较好的AI预处理模型，之后，利用AI预处理模型的输出构建用于训练与AI预处理模型配合使用的图像处理模型的数

据集，则该数据集训练得到图像处理模型后，AI 预处理模型的输出能较好满足图像处理模型的输入需求，因此将屏下图像输入 AI 预处理模型，得到处理后的图像后，再将处理后的图像输入本申请实施例预先训练的图像处理模型，能得到较好的处理效果。

一种可能的实现方式中，屏下图像为基于设置在屏幕下的摄像头拍摄得到的图像。这样，终端设备可以在屏幕不打孔的情况下实现较好的图像处理，增加了终端设备外形设计的灵活性。

一种可能的实现方式中，测试图像为通过设置在屏幕下的摄像头拍摄得到的图像，或者测试图像为通过对样本数据进行退化处理得到的图像。这样，在测试图像为通过设置在屏幕下的摄像头拍摄得到的图像时，测试图像与实际使用终端设备拍摄的图像的相似度较高，利于训练得到识别效果较好的模型。在测试图像为通过对样本数据进行退化处理得到的图像的实现中，不需要利用具体设备获取测试图像，能够较容易的利用较好质量的样本数据得到大量的测试图像。

一种可能的实现方式中，摄像头包括飞行时间 TOF 摄像头。

一种可能的实现方式中，退化处理包括下述的一下或多项：增加牛顿环、增加衍射光斑、降低灰度值或增加图片模糊效。这样，可以通过退化处理得到类似于真实利用屏幕下摄像头拍摄得到的屏下图像，例如训练得到识别效果较好的模型。

一种可能的实现方式中，图像处理模型包括下述的以下的一项或多项：人脸识别模型、睁闭眼模型、人眼注视模型或人脸防伪模型。这样，在 AI 预处理模型联合图像处理模型实现人脸解锁等功能时，图像处理模型能得到较好的输出精度。可以理解的是，图像处理模型在应用与人脸解锁模型时，也可以称为人脸解锁相关模型。

一种可能的实现方式中，当 AI 预处理模型为联合图像处理模型训练得到的模型时，在训练 AI 预处理模型时，图像处理模型的参数不可调，AI 预处理模型的参数可调，AI 预处理模型在利用目标损失函数计算得到的值收敛时完成训练。其中，目标损失函数与 AI 预处理模型的损失函数以及图像处理模型的损失函数有关。这样，可以在训练用于利用质量较差的图像输出质量较好的 AI 预处理模型时，联合后续需要与 AI 预处理模型一起使用的图像处理模型，将图像处理模型的输出作为训练 AI 预处理模型的反馈因子，则训练出的 AI 预处理模型的输出能较好满足图像处理模型的需求，因此将屏下图像输入本申请实施例预先训练的 AI 预处理模型，得到处理后的图像后，再将处理后的图像输入图像处理模型，能得到较好的处理效果。

一种可能的实现方式中，图像处理模型的数量为多个，在计算目标损失函数时，AI 预处理模型的损失函数与任一个图像处理模型的损失函数任两个之间的权重差值小于预设值。这样可以使得各图像处理模型在训练 AI 预处理模型时所占据的权重类似，可以使得 AI 预处理模型能与各图像处理模型较好联合使用。

一种可能的实现方式中，在图像处理模型包括人脸识别模型、睁闭眼模型、人眼注视模型和人脸防伪模型时，目标损失函数满足下述公式：

$$L_{total} = \alpha L_{\mathrm{C}} + \beta L_{\mathrm{F}} + \gamma L_{G} + \theta L_{E} + \tau L_{R}$$

其中，AI 预处理模型的损失函数为 L_C，人脸识别模型的损失函数为 L_F，人眼注视识别模型的损失函数为 L_G，睁闭眼识别模型的损失函数为 L_E，人脸防伪模型的损失函数为 L_R，α、β、γ、θ、τ均为预设的常量。这样，在 AI 预处理模型联合图像处理模型

实现人脸解锁等功能时，图像处理模型能得到较好的输出精度。且本申请实施例可以复用常规的已存在的图像处理模型，后续与 AI 预处理模型联合训练或使用时均不需要对图像处理模型的参数进行调整。这样，可以减少需要训练的模型的个数。

一种可能的实现方式中，图像处理模型的数量和种类可配置。这样，终端设备可以基于环境识别或用户设置灵活配置图像处理模型的数量和种类，以满足多样化的需求。

一种可能的实现方式中，还包括：显示第一界面，第一界面包括多种人脸解锁模式的标识，各标识对应有控件。在接收到对多种人脸解锁模式中目标人脸解锁模式的标识对应的目标控件的触发时，设置图像处理模型为目标人脸解锁模式对应的模型。这样，用户可以灵活的选择希望的人脸解锁模式，更好满足用户需求。

一种可能的实现方式中，多种人脸解锁模式包括下述的多种：标准模式、口罩模式、严格模式或自定义模式。标准模式对应的图像处理模型包括人脸识别模型和人脸防伪模型。口罩模式对应的图像处理模型包括睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型和人脸防伪模型。严格模式对应的图像处理模型包括人脸识别模型、睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型和人脸防伪模型。自定义模式对应的图像处理模型包括人脸识别模型、睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型或人脸防伪模型中的一种或多种。这样，用户可以结合自己所处的环境选择适合的模式进行人脸解锁。

第二方面，本申请实施例提供一种图像处理装置，该图像处理装置可以是终端设备，也可以是终端设备内的芯片或者芯片系统。该图像处理装置可以包括显示单元和处理单元。当该图像处理装置是终端设备时，该处显示单元可以是显示屏。该显示单元用于执行显示的步骤，以使该终端设备实现第一方面或第一方面的任意一种可能的实现方式中描述的显示相关的方法，处理单元用于实现第一方面或第一方面的任意一种可能的实现方式中与处理相关的任意方法。当该图像处理装置是终端设备时，该处理单元可以是处理器。该图像处理装置还可以包括存储单元，该存储单元可以是存储器。该存储单元用于存储指令，该处理单元执行该存储单元所存储的指令，以使该终端设备实现第一方面或第一方面的任意一种可能的实现方式中描述的一种方法。当该图像处理装置是终端设备内的芯片或者芯片系统时，该处理单元可以是处理器。该处理单元执行存储单元所存储的指令，以使该终端设备实现第一方面或第一方面的任意一种可能的实现方式中描述的一种方法。该存储单元可以是该芯片内的存储单元（例如，寄存器、缓存等），也可以是该终端设备内的位于该芯片外部的存储单元（例如，只读存储器、随机存取存储器等）。

示例性的，处理单元用于获取屏下图像，将屏下图像输入预先训练的人工智能 AI 预处理模型，得到处理后的图像，将处理后的图像输入图像处理模型，得到处理结果。其中，当图像处理模型为基于 AI 预处理模型输出的图像训练得到的模型时，AI 预处理模型为利用第一训练数据集训练得到的模型，第一训练数据集包括第一测试数据和第一样本数据，第一测试数据中的测试图像在第一样本数据中对应有样本图像，测试图像的图像质量差于样本图像的图像质量。图像处理模型为将第二训练数据集输入 AI 预处理模型后，利用 AI 预处理模型的输出训练得到的，第二训练数据集包括用于实现图像处理模型所需实现功能的相关数据集。

一种可能的实现方式中，屏下图像为基于设置在屏幕下的摄像头拍摄得到的图像。测试图像为通过设置在屏幕下的摄像头拍摄得到的图像，或者测试图像为通过对样本数据进行退化处理得到的图像。

一种可能的实现方式中，摄像头包括飞行时间 TOF 摄像头，退化处理包括下述的一下或多项：增加牛顿环、增加衍射光斑、降低灰度值或增加图片模糊效。

一种可能的实现方式中，图像处理模型包括下述的以下的一项或多项：人脸识别模型、睁闭眼模型、人眼注视模型或人脸防伪模型。这样，在 AI 预处理模型联合图像处理模型实现人脸解锁等功能时，图像处理模型能得到较好的输出精度。可以理解的是，图像处理模型在应用与人脸解锁模型时，也可以称为人脸解锁相关模型。

一种可能的实现方式中，当 AI 预处理模型为联合图像处理模型训练得到的模型时，在训练 AI 预处理模型时，图像处理模型的参数不可调，AI 预处理模型的参数可调，AI 预处理模型在利用目标损失函数计算得到的值收敛时完成训练。其中，目标损失函数与 AI 预处理模型的损失函数以及图像处理模型的损失函数有关。

一种可能的实现方式中，图像处理模型的数量为多个，在计算目标损失函数时，AI 预处理模型的损失函数与任一个图像处理模型的损失函数任两个之间的权重差值小于预设值。

一种可能的实现方式中，在图像处理模型包括人脸识别模型、睁闭眼模型、人眼注视模型和人脸防伪模型时，目标损失函数满足下述公式：

$$L_{total} = \alpha L_{\mathrm{C}} + \beta L_{\mathrm{F}} + \gamma L_G + \theta L_E + \tau L_R$$

其中，AI 预处理模型的损失函数为 L_C，人脸识别模型的损失函数为 L_F，人眼注视识别模型的损失函数为 L_G，睁闭眼识别模型的损失函数为 L_E，人脸防伪模型的损失函数为 L_R，α、β、γ、θ、τ均为预设的常量。

一种可能的实现方式中，图像处理模型的数量和种类可配置。

一种可能的实现方式中，显示单元用于显示第一界面，第一界面包括多种人脸解锁模式的标识，各标识对应有控件。在显示单元接收到对多种人脸解锁模式中目标人脸解锁模式的标识对应的目标控件的触发时，处理单元用于设置图像处理模型为目标人脸解锁模式对应的模型。

一种可能的实现方式中，多种人脸解锁模式包括下述的多种：标准模式、口罩模式、严格模式或自定义模式。标准模式对应的图像处理模型包括人脸识别模型和人脸防伪模型。口罩模式对应的图像处理模型包括睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型和人脸防伪模型。严格模式对应的图像处理模型包括人脸识别模型、睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型和人脸防伪模型。自定义模式对应的图像处理模型包括人脸识别模型、睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型或人脸防伪模型中的一种或多种。

第三方面，本申请实施例提供一种电子设备，包括处理器和存储器，存储器用于存储代码指令，处理器用于运行代码指令，以执行第一方面或第一方面的任意一种可能的实现方式中描述的方法。

第四方面，本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质中存储有计算机程序或指令，当计算机程序或指令在计算机上运行时，使得计算机执行第一方面或第一方面的任意一种可能的实现方式中描述的基于屏下图像的图像处理方

法。

第五方面，本申请实施例提供一种包括计算机程序的计算机程序产品，当计算机程序在计算机上运行时，使得计算机执行第一方面或第一方面的任意一种可能的实现方式中描述的基于屏下图像的图像处理方法。

第六方面，本申请提供一种芯片或者芯片系统，该芯片或者芯片系统包括至少一个处理器和通信接口，通信接口和至少一个处理器通过线路互联，至少一个处理器用于运行计算机程序或指令，以执行第一方面或第一方面的任意一种可能的实现方式中描述的基于屏下图像的图像处理方法。其中，芯片中的通信接口可以为输入/输出接口、管脚或电路等。

在一种可能的实现中，本申请中上述描述的芯片或者芯片系统还包括至少一个存储器，该至少一个存储器中存储有指令。该存储器可以为芯片内部的存储单元，例如，寄存器、缓存等，也可以是该芯片的存储单元（例如，只读存储器、随机存取存储器等）。

应当理解的是，本申请的第二方面至第六方面与本申请的第一方面的技术方案相对应，各方面及对应的可行实施方式所取得的有益效果相似，不再赘述。

附图说明

图 1 为本申请实施例所适用场景示意图；

图 2 为本申请实施例所提供的电子设备的结构示意图；

图 3 为本申请实施例提供的一种电子设备的软件架构示意图；

图 4 为本申请实施例提供的一种模型训练的流程示意图；

图 5 为本申请实施例提供的一种模型训练的流程示意图；

图 6 为本申请实施例提供的一种模型训练的流程示意图；

图 7 为本申请实施例提供的一种基于屏下图像的图像处理方法的流程示意图；

图 8 为本申请实施例提供的一种终端设备界面示意图；

图 9 为本申请实施例提供的一种芯片的结构示意图。

具体实施方式

为了便于清楚描述本申请实施例的技术方案，以下，对本申请实施例中所涉及的部分术语和技术进行简单介绍：

1）屏下图像：可以理解为利用覆盖在屏幕下的相机拍摄得到的图像。相机可以包括用于拍摄彩色图像的相机或飞行时间（time of flight，TOF）相机等。其中，终端设备利用 TOF 相机可以拍摄得到原始图像 raw 图，对 raw 图进行解析，可以得到红外线（infrared，IR）图像，以及具有深度的三维图像等。

2）AI 模型：可以理解为基于 AI 技术训练得到的用于实现一定功能的模型。例如本申请实施例中的相关 AI 模型可以包括下述的一种或多种：AI 预处理模型、人脸检测模型、人脸识别模型、睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型、活体检测模型、三维防伪模型、手势识别模型、表情识别模型等。

其中，AI 预处理模型用于将屏下图像处理为质量较好的图像。人脸检测模型用于检测人脸在图像中的位置。人脸识别模型用于识别人脸对应的身份标识（identity，ID），身份标识例如可以为人脸对应的身份信息、称呼、权限等。睁闭眼识别模型用于识别

图像中的人眼处于睁开状态或闭合状态。人眼注视识别模型用于识别人眼是否注视终端设备。活体检测模型用于检测摄像头前是否为活体。三维防伪模型用于鉴别是否有三维攻击。手势识别模型用于识别手势类别，手势类别例如包括点赞手势、OK 手势或握拳手势等。表情识别模型用于识别表情类别，表情类别例如包括高兴、吃惊、悲伤、愤怒、厌恶或恐惧等。

可以理解的是，上述的模型可以为独立的，也可以相互组合，例如，人脸检测模型可以和人脸识别模型组合实现人脸检测识别，等。

上述模型也可以能有其他的命名方式，例如命名为第一模型、第二模型、第 N 模型、目标模型或神经网络模型等，本申请实施例仅以上述命名作为模型名称示例，模型的具体含义可以参照模型所能起到的具体作用。

3）人脸解锁相关模型：可以用于人脸解锁的一个或多个模型。例如，人脸解锁相关模型可以包括下述的一种或多种：人脸识别模型、睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型、人脸防伪模型。下面将详细的介绍几种人脸解锁相关模型可能的训练和使用方式。

人脸识别模型：训练时可以构建包括不同身份的人脸数据集，基于人脸数据集以及对人脸特征向量区分度较高的损失函数，对神经网络模型进行训练，得到人脸识别模型。

其中，对人脸特征向量区分度较高的损失函数可以包括交叉熵损失函数或者交叉熵损失函数的变体等。例如，交叉熵损失函数 L_c 可以满足下述公式：

$$L_c=-\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\sum_{c=1}^{M}y_{ic}\log p_{ic}$$

N 为人脸数据集（或称为当前批次）的图片数量；y_{ic}为符号函数，取值可以为 0 或 1，例如，如果样本 i 的真实类别等于 c 取 1，否则取 0；p_{ic}为图片 i 属于类别 c 的预测概率，该预测概率为训练阶段模型的预测值。

训练完成后，在使用人脸识别模型时，可以基于不同的场景执行不同的流程。例如，人脸识别模型用于身份识别时，电子设备中设置人脸识别模型，电子设备可以先录入某人的人脸模板图，人脸模板图例如包括“上、下、左、右、正对”五个角度对应的人脸图，然后电子设备用训练好的人脸识别模型进行人脸特征向量提取，最后将五个特征向量求取均值后保存在模板库。之后对于待测试的未知身份的人脸图像，利用人脸识别模型提取该未知身份的人脸图像的人脸特征向量并与模板库中的人脸特征向量计算相似性，将模板库中与未知身份的人脸图像的人脸特征向量相似性大于预先设定的阈值的特征向量对应的身份赋给该代测试图像，得到身份识别结果。例如，该预先设定的阈值可以为 0.5 至 1 之间的任一值。

睁闭眼识别模型：训练时可以构建标注有睁眼或闭眼的人脸数据集，将该人脸数据集输入待训练的模型，该待训练的模型可以先根据人脸关键点检测网络识别人脸关键点，然后依据这些关键点坐标裁剪出人眼子图，进一步基于人眼子图输出预测的睁眼或闭眼的置信度，当待训练的模型预测值与对应标注基准值基于损失函数计算的数值收敛时，可以得到训练好的睁闭眼识别模型。

其中，待训练的模型结构可以是基于卷积神经网络的分类模型，训练时左眼和右

眼对应的图片也可以有独立的基准结果。损失函数可以使用二分类交叉熵损失函数等。

训练完成后，在使用睁闭眼识别模型时，电子设备中设置睁闭眼识别模型，电子设备将人脸图片输入睁闭眼识别模型，可以得到睁眼或闭眼的输出。

人眼注视识别模型：训练时可以构建标注有注视或非注视的人脸数据集，将该人脸数据集输入待训练的模型，该待训练的模型可以先根据人脸关键点检测网络识别人脸关键点，然后依据这些关键点坐标裁剪出左眼图片小块、右眼图片小块，进一步基于左眼图片小块、右眼图片小块输出预测的注视或非注视的置信度，当待训练的模型预测值与对应标注基准值基于损失函数计算的数值收敛时，可以得到训练好的人眼注视识别模型。

其中，待训练的模型可以为卷积神经网络模型，该模型可以采用卷积神经网络结构，包括卷积层和全连接层成。损失函数可以使用二分类交叉熵损失函数等。

训练完成后，在使用人眼注视识别模型时，电子设备中设置人眼注视识别模型，电子设备将人脸图片输入人眼注视识别模型，可以得到注视或非注视的输出。

人脸防伪模型：可以包括二维防伪模型（或称为活体检测模型）或三维防伪模型，用于判断为真实人脸或虚假人脸。人脸防伪模型的模型结构可以包括基于卷积神经网络的分类模型，将 IR 图和/或深度图作为人脸防伪模型的输入，人脸防伪模型可以判断是真实人脸或虚假人脸。人脸防伪模型的网络损失函数也可以使用二分类交叉熵损失函数。

4）其他术语

在本申请的实施例中，采用了“第一”、“第二”等字样对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分。例如，第一芯片和第二芯片仅仅是为了区分不同的芯片，并不对其先后顺序进行限定。本领域技术人员可以理解“第一”、“第二”等字样并不对数量和执行次序进行限定，并且“第一”、“第二”等字样也并不限定一定不同。

需要说明的是，本申请实施例中，“示例性的”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。本申请中被描述为“示例性的”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其他实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用“示例性的”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

本申请实施例中，“至少一个”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上。“和/或”，描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 的情况，其中 A，B 可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项（个）”或其类似表达，是指的这些项中的任意组合，包括单项（个）或复数项（个）的任意组合。例如，a，b，或 c 中的至少一项（个），可以表示：a，b，c，a-b，a--c，b-c，或 a-b-c，其中 a，b，c 可以是单个，也可以是多个。

人脸识别或手势识别可以应用在终端解锁、安防或电子支付等领域，使得用户在使用终端设备时，即可以基于人脸或手势实现便捷的解锁、权限通过或支付等，也能提升用户使用终端设备时的隐私安全。

无论是人脸识别还是手势识别，终端设备需要利用摄像头拍摄图像，基于图像实现相应识别。其中，图像可以是二维彩色图像，也可以是 IR 图像，还可以是三维图像，等。

以人脸识别应用于终端设备的人脸解锁为例，图 1 示出了一种人脸解锁的场景示意图。如图 1 的 a 所示，用户在脸部面对终端设备时，终端设备可以基于 TOF 摄像头拍摄得到图像，进一步终端设备基于人脸解锁相关模型判断当前是否满足解锁条件，例如，若图像中的人脸与预先设置的人脸匹配，则终端设备可以判断满足解锁条件，实现解锁，进入如图 1 的 b 所示的主界面。

而如果终端设备的摄像头被显示屏遮挡，则摄像头拍摄的图像会出现较为严重的质量退化，质量退化的因素例如包括下述的一些或多项：图像模糊、牛顿环、衍射光斑、亮度变低、灰度值变低、等。低质量的图像会丢失部分特征信息，将低质量的图像输入人脸解锁相关模型会影响后续人脸解锁相关模型的准确度，从而降低人脸解锁成功率。

因此，一种可能的实现中，终端设备中的显示屏在摄像头处留出小孔，避免显示屏对摄像头的遮挡，以通过摄像头得到质量较好的图像。但是，在显示屏开小孔的方式会限制手机外形设计的灵活性，破坏显示屏的完整性。

为保持显示屏的完整性，另一种可能的实现中，终端设备中显示屏可以覆盖摄像头，终端设备利用覆盖在显示屏下的摄像头拍摄得到低质量图像后，对低质量图像进行质量提升处理，之后在将质量提升后的图像输入人脸解锁相关模型中。

但是在该实现中，存在质量提升处理后的图像不能与人脸解锁相关模型相适配的情况，或理解为处理后的质量已提升的图像在人脸解锁相关模型中的识别效果与没有屏幕遮挡情况仍然存在较大差距，导致人脸解锁的解锁率仍然偏低。

有鉴于此，本申请实施例提供基于屏下图像的图像处理方法，该方法在训练用于提升图像质量的 AI 预处理模型时，可以联合图像处理模型进行训练，使得 AI 预处理模型处理后的图像能够在图像处理模型中得到较好的处理效果。

其中，图像处理模型可以是任意的图像处理相关的模型，例如图像处理模型可以包括手势识别模型、表情识别模型、人脸解锁相关模型或人脸支付相关模型等，本申请实施例不作具体限定。可以理解的是，为便于描述，本申请实施例后续以图像处理模型为人脸解锁相关模型为例进行示例说明，该示例并不对图像处理模型造成具体限定。

在图像处理模型为人脸解锁相关模型时，AI 预处理模型可以联合人脸解锁相关模型进行训练，使得 AI 预处理模型处理后的图像能够在人脸解锁相关模型中得到较好的识别准确率。则终端设备在得到屏下图像后，可以将屏下图像输入 AI 预处理模型，经过 AI 预处理模型提升屏下图像的质量，之后将质量提升的图像输入人脸解锁相关模型，实现人脸解锁准确率。

可以理解的是，因为本申请实施例中的 AI 预处理模型在训练时即联合了人脸解锁相关模型，因此 AI 预处理模型输出的图像质量能够满足人脸解锁相关模型的需求，容易得到较好的识别效果，则本申请实施例的方法用于人脸解锁场景时，可以提升解锁成功率。

需要说明的是，本申请实施例可以包括 AI 预处理模型的训练阶段，以及 AI 预处理模型的使用阶段。训练阶段可以由计算能力较强的电子设备实现，具体的训练过程将在后续实施例中详细说明，在此不作赘述。在使用阶段，AI 预处理模型可以部署在需要使用该 AI 预处理模型的终端设备中，以通过 AI 预处理模型对屏下图像处理，实现较好的图像识别效果。

本申请实施例的终端设备也可以为任意形式的电子设备，例如，电子设备可以包括具有图像处理功能的手持式设备、车载设备等。例如，一些电子设备为：手机（mobile phone）、平板电脑、掌上电脑、笔记本电脑、移动互联网设备（mobile internet device，MID）、可穿戴设备，虚拟现实（virtual reality，VR）设备、增强现实（augmented reality，AR）设备、工业控制（industrial control）中的无线终端、无人驾驶（self driving）中的无线终端、远程手术（remote medical surgery）中的无线终端、智能电网（smart grid）中的无线终端、运输安全（transportation safety）中的无线终端、智慧城市（smart city）中的无线终端、智慧家庭（smart home）中的无线终端、蜂窝电话、无绳电话、会话启动协议（session initiation protocol，SIP）电话、无线本地环路（wireless local loop，WLL）站、个人数字助理（personal digital assistant，PDA）、具有无线通信功能的手持设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备、车载设备、可穿戴设备，5G 网络中的终端设备或者未来演进的公用陆地移动通信网络（public land mobile network，PLMN）中的终端设备等，本申请实施例对此并不限定。

作为示例而非限定，在本申请实施例中，该电子设备还可以是可穿戴设备。可穿戴设备也可以称为穿戴式智能设备，是应用穿戴式技术对日常穿戴进行智能化设计、开发出可以穿戴的设备的总称，如眼镜、手套、手表、服饰及鞋等。可穿戴设备即直接穿在身上，或是整合到用户的衣服或配件的一种便携式设备。可穿戴设备不仅仅是一种硬件设备，更是通过软件支持以及数据交互、云端交互来实现强大的功能。广义穿戴式智能设备包括功能全、尺寸大、可不依赖智能手机实现完整或者部分的功能，例如：智能手表或智能眼镜等，以及只专注于某一类应用功能，需要和其它设备如智能手机配合使用，如各类进行体征监测的智能手环、智能首饰等。

此外，在本申请实施例中，电子设备还可以是物联网（internet of things，IoT）系统中的终端设备，IoT 是未来信息技术发展的重要组成部分，其主要技术特点是将物品通过通信技术与网络连接，从而实现人机互连，物物互连的智能化网络。

本申请实施例中的电子设备也可以称为：终端设备、用户设备（user equipment，UE）、移动台（mobile station，MS）、移动终端（mobile terminal，MT）、接入终端、用户单元、用户站、移动站、移动台、远方站、远程终端、移动设备、用户终端、终端、无线通信设备、用户代理或用户装置等。

在本申请实施例中，电子设备或各个网络设备包括硬件层、运行在硬件层之上的操作系统层，以及运行在操作系统层上的应用层。该硬件层包括中央处理器（central processing unit，CPU）、内存管理单元（memory management unit，MMU）和内存（也称为主存）等硬件。该操作系统可以是任意一种或多种通过进程（process）实现业务处理的计算机操作系统，例如，Linux 操作系统、Unix 操作系统、Android 操作系统、iOS 操作系统或 windows 操作系统等。该应用层包含浏览器、通讯录、文字处理软件、

即时通信软件等应用。

示例性的，图 2 示出了电子设备 100 的结构示意图。

电子设备 100 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，本发明实施例示意的结构并不构成对电子设备 100 的具体限定。在本申请另一些实施例中，电子设备 100 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，视频编解码器，数字信号处理器(digital signal processor，DSP)，基带处理器，和/或神经网络处理器(neural-network processing unit，NPU)等。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，用户标识模块(subscriber identity module，SIM)接口，和/或通用串行总线(universal serial bus，USB)接口等。

可以理解的是，本发明实施例示意的各模块间的接口连接关系，只是示意性说明，并不构成对电子设备 100 的结构限定。在本申请另一些实施例中，电子设备 100 也可以采用上述实施例中不同的接口连接方式，或多种接口连接方式的组合。

电子设备 100 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），Mini LED，Micro LED，Micro-o LED，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 100 可以包括 1 个或 N 个显示屏 194，N 为大于 1 的正整数。

电子设备 100 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。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 100 可以包括 1 个或 N 个摄像头 193，N 为大于 1 的正整数。多个摄像头 193 的种类可以不同，例如摄像头 193 可以包括用于获取彩色图像的摄像头或 TOF 摄像头等。

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 100 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 100 可以支持一种或多种视频编解码器。这样，电子设备 100 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 100 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 100 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，可执行程序代码包括指令。

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 100 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。处理器 110 通过运行存储在内部存储器 121 的指令，和/或存储在设置于处理器中的存储器的指令，执行电子设备 100 的各种功能应用以及数据处理。

电子设备 100 的软件系统可以采用分层架构，事件驱动架构，微核架构，微服务架构，或云架构，等。本申请实施例以分层架构的 Android 系统为例，示例性说明电子设备 100 的软件结构。

图 3 是本申请实施例的电子设备 100 的软件结构框图。

分层架构将软件分成若干个层，每一层都有清晰的角色和分工。层与层之间通过软件接口通信。在一些实施例中，将 Android 系统可以包括：应用程序层（applications）、应用程序框架层（application framework）、硬件抽象层（hardware abstract layer，HAL）以及内核层（kernel），其中，内核层可能成为驱动层。

应用程序层可以包括一系列应用程序包。

如图 3 所示，应用程序包可以包括相机，图库，电话，地图，电话，音乐，设置，邮箱，视频，社交等应用程序。可选的，应用程序包还可以包括用于图像识别的应用程序，图像识别的应用程序中包括用于图像识别的算法或模型等。可以理解的是，图像识别的应用程序可以单独存在，也可以为应用程序层中任意的应用程序的一部分，本申请实施例不作具体限定。

应用程序框架层为应用程序层的应用程序提供应用编程接口（application programming interface，API）和编程框架。应用程序框架层包括一些预先定义的函数。

如图 3 所示，应用程序框架层可以包括窗口管理器，内容提供器，资源管理器，视图系统，通知管理器，相机访问接口等。

窗口管理器用于管理窗口程序。窗口管理器可以获取显示屏大小，判断是否有状态栏，锁定屏幕，触摸屏幕，拖拽屏幕，截取屏幕等。

内容提供器用来存放和获取数据，并使这些数据可以被应用程序访问。数据可以包括视频，图像，音频，拨打和接听的电话，浏览历史和书签，电话簿等。

视图系统包括可视控件，例如显示文字的控件，显示图片的控件等。视图系统可用于构建应用程序。显示界面可以由一个或多个视图组成的。例如，包括短信通知图标的显示界面，可以包括显示文字的视图以及显示图片的视图。

资源管理器为应用程序提供各种资源，比如本地化字符串，图标，图片，布局文件，视频文件等等。

通知管理器使应用程序可以在状态栏中显示通知信息，可以用于传达告知类型的消息，可以短暂停留后自动消失，无需用户交互。比如通知管理器被用于告知下载完成，消息提醒等。通知管理器还可以是以图表或者滚动条文本形式出现在系统顶部状态栏的通知，例如后台运行的应用程序的通知，还可以是以对话窗口形式出现在屏幕上的通知。例如在状态栏提示文本信息，发出提示音，终端设备振动，指示灯闪烁等。

相机访问接口使得应用程序可以进行相机管理，访问相机设备。比如管理相机进行图像拍摄等。

硬件抽象层，可以包含多个库模块，库模块如可以为相机库模块、算法库模块等。Android 系统可以为设备硬件加载相应的库模块，进而实现应用程序框架层访问设备硬件的目的。本申请实施例中，算法库中可以包括用于处理图像的 AI 预处理模型，用于实现人脸解锁的任意人脸解锁相关模型等。

内核层是硬件和软件之间的层。内核层用于驱动硬件，使得硬件工作。内核层可以包含相机设备驱动，显示驱动，音频驱动等，本申请实施例对此不做限制。硬件层可以包括各种类型的传感器，拍摄类传感器例如包括 TOF 相机、多光谱传感器等。

例如，相机设备驱动可以驱动硬件层中的相机类传感器执行图像拍摄等。

下面结合图 3 说明本申请实施例的图像处理方法可能的实现方式。

一种可能的实现方式中，本申请实施例的相关算法模型设置在硬件抽象层的算法库中。例如，在进行人脸解锁时，可以通过相机应用调用相机访问接口，相机访问接口管理相机硬件抽象层通过相机驱动实现图像的获取，获取的图像进一步在硬件抽象层的算法库中经过本申请实施例的 AI 预处理模型和人脸解锁等算法的计算后，执行终端设备解锁等流程。

另一种可能的实现方式中，本申请实施例的相关算法模型设置在应用程序层的图像处理应用中。例如，在进行人脸支付时，可以通过图像处理应用调用相机访问接口，相机访问接口管理相机硬件抽象层通过相机驱动实现图像的获取，获取的图像进一步在应用程序层的算法库中经过本申请实施例的 AI 预处理模型和人脸解锁等算法的计算后，执行支付等流程。

下面通过具体的实施例对本申请实施例的基于屏下图像的图像处理方法进行详细说明。下面的实施例可以相互结合或独立实施，对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例中不再赘述。

在执行本申请实施例的基于屏下图像的图像处理方法时，需要预先基于联合训练的方式训练得到用于提升屏下图像质量的 AI 预处理模型。其中，联合训练的方式可以理解为，训练 AI 预处理模型时，结合将要与 AI 预处理模型一起实现人脸解锁等功能的相关模型一起进行训练，以得到能够与人脸解锁相关模型相适配的 AI 预处理模型，则后续结合 AI 预处理模型实现人脸解锁等流程时，有利于人脸解锁相关模型得到较为准确的识别。

本申请实施例中，联合训练的实现方式可以包括两种，下面结合图 4 和图 5 对采用联合训练方式实现 AI 预处理模型训练的两种方式进行示例说明。

如图 4 所示的第一种联合训练 AI 预处理模型的实施例中，可以先训练用于利用质量较差的图像输出质量较好的 AI 预处理模型，之后，利用 AI 预处理模型的输出构建用于训练与 AI 预处理模型配合使用的模型的数据集，则利用该与 AI 预处理模型相关的数据集训练得到与 AI 预处理模型配合使用的模型后，AI 预处理模型的输出能较好满足后续使用该输出的模型的需求，因此后续的模型能得到较好的处理效果。例如，在 AI 预处理模型联合人脸解锁相关模型实现人脸解锁等功能时，人脸解锁相关模型能得到较好的输出精度。如图 4 所示，方法包括：

S401：获取第一训练数据集。

本申请实施例中，第一训练数据集可以是用于训练 AI 预处理模型的数据集。第一训练数据集中可以包括第一测试数据和第一样本数据，例如，第一测试数据可以为质量较差的图像，第一样本数据可以为与质量较差的图像相对应的质量较好的图像。第一测试数据中的图像可以与第一样本数据中的图像成一一对应的关系，使得后续训练 AI 预处理模型时，可以采用第一样本数据中的图像作为待训练模型训练某第一测试数据时的基准图像。其中，质量较差的图像可以对应于第一测试数据的测试图像，质量较好的图像可以对应于第一样本数据的样本图像。

一种可能的实现中，第一测试数据可以为用 TOF 相机得到的屏下 IR 图像。第一样本数据可以为用 TOF 相机得到的无屏 IR 图像，或理解为 TOF 相机未被屏幕遮挡时采集得到的 IR 图像。

另一种可能的实现中，第一样本数据可以为用 TOF 相机得到的无屏 IR 图像，第一测试数据可以为对第一样本数据进行合成得到的图像，例如将第一样本数据中的无屏 IR 图像进行增加屏幕遮挡效果等退化处理，得到质量较差的第一测试数据。其中，增加屏幕遮挡效果例如可以包括下述的一项或多项：增加牛顿环、增加衍射光斑、降低灰度值、增加图片模糊效果等。

为了尽可能覆盖不同的情况，使得后续训练的 AI 预处理模型能对不同拍摄场景中的图像有较好的处理，第一训练数据集中可以包括不同的拍摄距离(如 30cm、40cm、50cm)、拍摄角度、曝光时间(如 1000us、1500us)、摄像机种类和/或不同的拍摄对象等对应的第一测试数据和第一样本数据。其中，拍摄对象为佩戴眼镜的对象时，第一训练数据集中还可以包括对象佩戴不同种类眼镜得到的图像。

S402：基于第一训练数据集训练待训练模型，得到 AI 预处理模型。

电子设备中可以设置待训练模型，待训练模型可以是任意类型的神经网络模型，例如可以包括下述任一类型的模型：卷积神经网络（convolutional neural network, CNN）、生成对抗网络(generative adversarial network，GAN)、U 型卷积神经网络(u-shaped convolutional neural network, U-net)、transformer 模块等。其中，U-net 可以包括编码器和解码器。例如，编码器可以包括 3-5 个卷积层，其中激活函数可以选择 leaky relu，无归一化层；解码器可以使用上采样层，解码器数量可以比编码器少 1 个，激活函数同样可以选择 leaky relu，无归一化层；编码器和解码器之间可以进行特征融合。

待训练模型的初始化参数本申请实施例不作具体限制。示例性的，可以使用 kaiming 初始化方法对待训练模型中的参数进行初始化设置。例如，超参数设置包括：模型训练时 batchsize 为 32，学习率设置为 0.0002，优化器选择 Adam，Adam 的参数 β_1=0.9，β_2=0.99，迭代 epoch 为 200。

在训练时，可以将测试数据输入待训练模型，将待训练模型输出的预测图像与样本数据中对应的基准图像进行损失计算，然后基于损失计算的结果对待训练模型的参数进行更新，重复这样的过程，直到达到预定最大迭代次数，或者损失收敛，或者损失值小于一定值，可以认为模型训练结束，得到 AI 预处理模型。

示例性的，AI 预处理模型提升屏下 IR 图像的图像质量时，能达到的效果包括但不限于下述的一种或多种：使模糊的图像变得清晰、去除图像中的牛顿环、消除图像

中的衍射光斑、对远距离拍摄的图像增加灰度值。

得到训练好的 AI 预处理模型后，可以将 AI 预处理模型分别与待训练的人脸解锁相关模型进行联合训练，得到能够与 AI 预处理模型适配的人脸解锁相关模型。具体可以参照 S403 和 S404 的记载。

S403：获取第二训练数据集。

本申请实施例中，第二训练数据集可以是用于训练人脸解锁相关模型的数据集。可以理解的是，人脸解锁相关模型可以基于具体的需求灵活选择，人脸解锁相关模型的数量可以为一个或多个。

在人脸解锁相关模型的数量为多个时，可以对每个模型分别执行 S403 和 S404 的训练步骤。示例性的，如图 4 所示，在人脸解锁相关模型包括人脸识别模型、睁闭眼模型、人眼注视模型和人脸防伪模型时，可以分别构建人脸识别数据集、睁闭眼数据集、人眼注视数据集和人脸防伪数据集，将各数据集分别输入 AI 预处理模型，联合 AI 预处理模型的输出可以分别得到各人脸解锁相关模型。

S404：将第二训练数据集输入 AI 预处理模型，并利于 AI 预处理模型的输出训练得到人脸解锁相关模型。

本申请实施例中，先将用于训练人脸解锁相关模型的第二数据集输入 AI 预处理模型，之后将经过 AI 预处理模型处理之后的图像作为训练人脸解锁相关模型的输入，则训练得到的人脸解锁相关模型能够对 AI 预处理模型处理后的图像进行较好识别。这样在进行人脸解锁的场景中，可以支持终端设备基于屏下图像得到较好的解锁率。

需要说明的是，不同于术语介绍部分的训练方法，本申请实施例的训练方法中模型的训练数据集是经 AI 预处理模型处理的图像，具体训练的原理本申请实施例的训练方法与术语介绍部分类似，在此不作赘述。

可以理解的是，本申请实施例中因为先训练 AI 预处理模型，AI 预处理模型在自身训练阶段只需要少量的训练数据，可以改善因大量采图带来的数据构建需要较长时间的问题。且后续各人脸解锁相关模型等均分别训练，因此训练难度小。

如图 5 所示的第二种联合训练 AI 预处理模型的实施例中，可以在训练用于利用质量较差的图像输出质量较好的 AI 预处理模型时，联合后续需要与 AI 预处理模型一起使用的模型，将该需要与 AI 预处理模型一起使用的模型的输出作为训练 AI 预处理模型的反馈因子，则训练出的 AI 预处理模型的输出能较好满足后续使用该输出的模型的需求，因此后续的模型能得到较好的处理效果。例如，在 AI 预处理模型联合人脸解锁相关模型实现人脸解锁等功能时，人脸解锁相关模型能得到较好的输出精度。如图 5 所示，方法包括：

S501：获取第三训练数据集。

本申请实施例中，第三训练数据集可以是用于训练 AI 预处理模型的数据集，第三训练数据集中的内容可以参照第一训练数据集的相关表述，再次不作赘述。

S502：获取将与 AI 预处理模型联合训练的预设模型。

本申请实施例中，预设模型可以为将与 AI 预处理模型联合使用的已完成训练的模型，预设模型的数量可以为一个或多个，本申请实施例对预设模型不作具体限定。

为便于说明，本申请实施例中将以预设模型包括：人脸识别模型、人眼注视识别

模型、睁闭眼识别模型和人脸防伪模型为例进行示例说明。应理解，预设模型也可以为上述模型的任一个或多个。

需要说明的是，本申请实施例所提到的上述人脸解锁相关模型，可以是基于无屏图像训练得到的常规模型。或理解为，本申请实施例可以复用常规的已存在的模型，后续与 AI 预处理模型联合训练或使用时均不需要对预设模型的参数进行调整。这样，可以减少需要训练的模型的个数。

S503：根据第三训练数据集、待训练模型、预设模型以及目标损失函数，训练得到 AI 预处理模型。

本申请实施例中，第三训练数据集可以作为待训练模型的输入，待训练模型的输出可以作为预设模型的输入，预设模型的输出可以作用于目标损失函数，根据目标损失函数可以调整待训练模型的参数，直到目标损失函数收敛，或者目标损失函数小于一定值，或者训练达到最大训练次数，得到 AI 预处理模型。其中，训练过程中，预设模型的模型参数在训练时不需要调整。

示例性的，如图 6 所示，以预设模型包括：人脸识别模型、人眼注视识别模型、睁闭眼识别模型和人脸防伪模型为例，AI 预处理模型C_θ的损失函数定义为 L_c，人脸识别模型F_θ的损失函数定义为 L_F，人眼注视识别模型G_θ的损失函数定义为 L_G，睁闭眼识别模型E_θ的损失函数定义为 L_E，人脸防伪模型R_θ的损失函数定义为 L_R。

目标损失函数 L_{total} 可以与 L_c、L_F、L_G、L_E 以及 L_R 有关。

示例性的，以第三数据集训练时的批量大小（batch-size）为 1，作为测试数据的 IR 图像为 x，x 对应的基准图像为 y 为例。

AI 预处理模型C_θ的输出预测值为：$y' = C_\theta(x)$。

Lc 可以为y'与 y 之间求得的损失值，该损失值能够反映y'与 y 之间像素点的差值。Lc 可以为下述任意类型的损失函数：L1 损失函数、L2 损失函数、smoothL1 损失函数、等。示例性的，L_c可以为 abs(y'-y)，或者 $(y'\text{-}y)^2$，或者下述的分段函数：

$$\mathbf{0.5}(y'-y),\ |y'-y|<1$$

$$|y'-y|-\mathbf{0.5},(y'-y)<-1\ or\ (y'-y)>1$$

对于人脸识别模型F_θ，y'为的F_θ输入，y 为y'的基准图像。y'和 y 经过F_θ可以得到一维向量。

L_F 可以用于反映$F_\theta(y'), F_\theta(y)$之间的相似度。相似度计算时，可以采用下述任意算法：余弦相似性、欧几里得距离、曼哈顿距离等。以采用余弦相似性计算为例，L_F可以满足下述公式：

$$L_F = 1 - \cos_sim(F_\theta(y'), F_\theta(y))$$

因为$y' = C_\theta(x)$，则L_F公式可以变形为：

$$L_F = 1 - \cos_sim(F_\theta(C_\theta(x)), F_\theta(y))$$

人眼注视识别模型G_θ、睁闭眼识别模型E_θ以及人脸防伪模型R_θ，均可以为二分类模型，例如可以为 CNN、transformer、多层感知机(multi-layer perceptron，MLP)，等。

人眼注视识别模型G_θ、睁闭眼识别模型E_θ以及人脸防伪模型R_θ的输入均可以为y'，输出均可以为二分类后的结果，损失函数均可以采用二分类交叉熵（binary cross entropy，BCE）计算。示例性的，L_G、L_E 以及 L_R 分别可以满足下述公式：

$$L_{\mathrm{G}} = \mathrm{BCE}\big(G_\theta(y'), G_\theta(y)\big) = \mathrm{BCE}\Big(G_\theta\big(\boldsymbol{C_\theta}(\mathrm{x})\big), G_\theta(y)\Big)$$
$$L_{\mathrm{E}} = \mathrm{BCE}\big(E_\theta(y'), E_\theta(y)\big) = \mathrm{BCE}\Big(E_\theta\big(\boldsymbol{C_\theta}(\mathrm{x})\big), E_\theta(y)\Big)$$
$$L_R = \mathrm{BCE}\big(R_\theta(y'), R_\theta(y)\big) = \mathrm{BCE}\Big(R_\theta\big(\boldsymbol{C_\theta}(\mathrm{x})\big), R_\theta(y)\Big)$$

目标损失函数 $\mathrm{L_{total}}$ 与 $\mathrm{L_c}$、$\mathrm{L_F}$、$\mathrm{L_G}$、$\mathrm{L_E}$ 以及 $\mathrm{L_R}$ 有关。示例性的，$\mathrm{L_{total}}$ 可以满足下述公式：

$$L_{total} = \alpha L_{\mathrm{c}} + \beta L_{\mathrm{F}} + \gamma L_G + \theta L_E + \tau L_R$$

其中α、β、γ、θ、τ可以为预设的常量。

示例性的，一种可能的实现方式中，可以通过设置α、β、γ、θ、τ使得 $\mathrm{L_c}$、$\mathrm{L_F}$、$\mathrm{L_G}$、$\mathrm{L_E}$ 以及 $\mathrm{L_R}$ 各自对L_{total}的影响量级差不多。例如，可以使得 αL_{c}、βL_{F}、γL_G、θL_E以及τL_R均处于一定的数据区间，或者任意两个之间的值不到过 10 倍等，这样可以使得各人脸解锁相关模型在训练 AI 预处理模型时所占据的权重类似，可以使得 AI 预处理模型能与各人脸解锁相关模型较好联合使用。

另一种可能的实现方式中，也可以设置$\alpha + \beta + \gamma + \theta + \tau$=1，或者，可以在模型训练某单次迭代时基本满足：$\alpha L_{\mathrm{c}}$ 约等于 βL_{F} 约等于 γL_G 约等于 θL_E 约等于 τL_R，等，本申请实施例不作具体限定。

需要说明的是，本申请实施例中，人脸识别模型$\mathrm{F_\theta}$、人眼注视识别模型$\mathrm{G_\theta}$、睁闭眼识别模型$\mathrm{E_\theta}$以及人脸防伪模型$\mathrm{R_\theta}$可以根据具体场景省略一种或种，则在训练 AI 预处理模型时，可以去掉省略的模型相关的数据，训练方式类似，在此不作赘述。本申请实施例的 AI 预处理模型可能采用的神经网络模型种类，以及能对图像达到的具体提升效果可以参照图 4 对应的实施例的描述，在此不作赘述。

本申请实施例在联合训练 AI 预处理模型时，可以复用已有的模型，因此可以减少训练模型的种类。

在采用图 4 或图 5 的方式训练得到相关模型时，可以将训练好的模型部署在需要使用该相关模型的终端设备中，终端设备可以使用相关模型实现对应功能。

以终端设备实现人脸解锁为例，说明本申请实施例的方法。在实现人脸解锁时，可以使用到 AI 预处理模型、人脸识别模型、睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型、人脸防伪模型的一种或多种。

其中，人脸识别模型可以用于识别经过 AI 预处理模型处理后的图像是否与预先存储的用于解锁终端设备的人脸一致，一致则可以确定屏下图像中人脸具有解锁权限，不一致则可能是不具备权限的他人具有入侵终端设备的意图，可以终止解锁。

睁闭眼识别模型可以用于识别经过 AI 预处理模型处理后的图像的人眼是否睁开，睁眼则可以确认用户有解锁的意愿，闭眼则可能是他人在用户睡觉或其他闭眼场景中利用用户的人脸试图解锁终端，可以终止解锁。

人眼注视识别模型可以用于识别经过 AI 预处理模型处理后的图像的人眼是否注视终端设备的屏幕，注视则可以确认用户有解锁的意愿，非注视则可能是用户在终端设备前进行其他活动，并无解锁意图，可以终止解锁。

人脸防伪模型可以用于识别经过 AI 预处理模型处理后的图像的是否为基于真人得到的图像，真人则可以确认用户有解锁的意愿，非真人则可能他人利用用户的照片或模型等试图入侵终端设备，可以终止解锁。

可以理解的是，在实现人脸解锁时，使用的人脸解锁相关模型数量越多，人脸解锁时的安全性和用户体验的质量可能越高。而使用人脸解锁相关模型数量越少，人脸解锁时的运算量可能越低，利于降低终端设备的功耗等。具体使用时，终端设备可以基于用户自定义设置或默认设置等，使用一种或多种与人脸解锁相关的模型，本申请实施例不作具体限定。

示例性的，图 7 示出了一种人脸解锁流程示意图。如图 7 所示，方法可以包括：

S701：终端设备获取屏下图像。

示例性的，锁屏状态时，终端设备可以利用屏幕下的 TOF 相机拍摄得到 raw 图，进一步解析 raw 图，得到 IR 屏下图像。

S702：终端设备将屏下图像输入 AI 预处理模型，得到处理后的图像。

本申请实施例的 AI 预处理模型可以为图 4 对应的实施例中的 AI 预处理模型，则后续 S703 的人脸解锁相关模型可以为图 4 对应的实施例中训练得到的人脸解锁相关模型。

本申请实施例的 AI 预处理模型也可以为图 5 对应的实施例中的 AI 预处理模型，则后续 S703 的人脸解锁相关模型可以为任意基于无屏图像训练得到的模型。

终端设备将屏下图像输入 AI 预处理模型，可以得到质量较好的处理后的图像。

S703：终端设备将处理后的图像作为人脸解锁相关模型的输入，并基于人脸解锁相关模型执行解锁流程。

示例性的，终端设备可以将处理后的图像分别作为人脸识别模型、睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型和人脸防伪模型的输入。

若出现下述任意情况，则终端设备可以退出解锁流程，解锁失败：人脸识别模型识别到处理后图像的人脸与预设人脸不匹配、睁闭眼识别模型识别到处理后图像的人眼为闭眼、人眼注视识别模型识别到处理后图像的人眼为非注视、人脸防伪模型识别到处理后图像的人物非真人。

若人脸识别模型识别到处理后图像的人脸与预设人脸匹配、睁闭眼识别模型识别到处理后图像的人眼为睁眼、人眼注视识别模型识别到处理后图像的人眼为注视以及人脸防伪模型识别到处理后图像的人物真人，则终端设备可以实现基于人脸的用户无感知解锁。

可以理解的是，人脸识别模型、睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型和人脸防伪模型可以同时进行识别，也可以以任意形式顺次排序，按照排序依次进行识别，本申请实施例不作具体限定。

本申请实施例中，终端设备在实现人脸解锁时，将采集到的图像经过与人脸解锁相关模型联合训练的 AI 预处理模型的处理，得到能够被人脸解锁相关模型准确识别的图像，因此可以提升人脸解锁的准确率和成功率。

可选的，终端设备可以基于用户设置选择具体使用哪些人脸解锁相关模型执行人脸解锁。

示例性的，图 8 示出了一种可能的用于用户设置人脸解锁相关模型的界面图。如图 8 所示，界面中可以显示多种人脸解锁模式。其中，图 8 所示的界面可以对应于第一界面，目标人脸解锁模式的标识可以对应于标准模式、口罩模式、严格模式或自定

义模式中的一种，当终端设备接收到对多种人脸解锁模式中目标人脸解锁模式的标识对应的目标控件的触发时，设置图像处理模型为目标人脸解锁模式对应的模型。

例如，标准模式中可以包括人脸 ID 识别和人脸真伪，则用户选择标准模式时，终端设备可以使用 AI 预处理模型联合人脸识别模型、人脸防伪模型，执行人脸解锁流程。

口罩模式中可以包括睁闭眼识别、人眼注视识别和人脸真伪，则用户选择标准模式时，终端设备可以使用 AI 预处理模型联合睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型、人脸防伪模型，执行人脸解锁流程。该实现中，可以便于用户在佩戴口罩时实现无感知人脸解锁。

严格模式中可以包括人脸 ID 识别、睁闭眼识别、人眼注视识别和人脸真伪，则用户选择严格模式时，终端设备可以使用 AI 预处理模型联合人脸识别模型、睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型、人脸防伪模型，执行人脸解锁流程。该实现中，可以较好提升人脸解锁隐私安全和用户体验。

自定义模式下，用户可以分别选择人脸 ID 识别、睁闭眼识别、人眼注视识别或人脸真伪中的一种或多种，则终端设备可以基于用户选择选择对应的模型执行人脸解锁流程。

可以理解的是，图 8 的用户界面仅为示例性说明，各种人脸解锁模式也仅为示例性说明，具体应用中，可以结合需求对各模式的名称以及对应的功能等进行修改，各模式也可以适应删除或增加，本申请实施例不作具体限定。

需要说明的是，若终端设备采用如图 4 的实施例中训练的 AI 预处理模型和人脸解锁相关模型执行人脸解锁，因为图 4 的实施例中各人脸解锁相关模型分别独立，因此终端设备可以独立存储经图 4 的实施例的方法训练得到的各人脸解锁相关模型，在确定需要使用的模型后，分别调用各模型即可。

若终端设备采用如图 5 的实施例中训练的 AI 预处理模型和人脸解锁相关模型执行人脸解锁，因为图 5 的实施例中 AI 预处理模型训练时联合了各人脸解锁相关模型，因此图 5 中任意一个解锁模式均对应一套 AI 预处理模型和对应的人脸解锁相关模型，在确定需要使用的解锁模式后，终端设备可以调用该解锁模式对应的一套 AI 预处理模型和对应的人脸解锁相关模型，执行相应的解锁流程。

可以理解的是，本申请实施例以终端设备执行人脸解锁为例进行说明，本申请实施例的方法也可以应用于人脸支付等场景，在此不作赘述。

上述主要从方法的角度对本申请实施例提供的方案进行了介绍。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的方法步骤，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实现基于屏下图像的图像处理方法的装置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。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。

如图 9 示为本申请实施例提供的一种芯片的结构示意图。芯片 90 包括一个或两个以上（包括两个）处理器 901、通信线路 902、通信接口 903 和存储器 904。

在一些实施方式中，存储器 904 存储了如下的元素：可执行模块或者数据结构，或者他们的子集，或者他们的扩展集。

上述本申请实施例描述的方法可以应用于处理器 901 中，或者由处理器 901 实现。处理器 901 可能是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。在实现过程中，上述方法的各步骤可以通过处理器 901 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器 1201 可以是通用处理器（例如，微处理器或常规处理器）、数字信号处理器（digital signal processing，DSP）、专用集成电路（application specific integrated circuit，ASIC）、现成可编程门阵列（field-programmable gate array，FPGA）或者其他可编程逻辑器件、分立门、晶体管逻辑器件或分立硬件组件，处理器 901 可以实现或者执行本申请实施例中的公开的各处理相关的方法、步骤及逻辑框图。

结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成，或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。其中，软件模块可以位于随机存储器、只读存储器、可编程只读存储器或带电可擦写可编程存储器（electrically erasable programmable read only memory，EEPROM）等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器 904，处理器 901 读取存储器 904 中的信息，结合其硬件完成上述方法的步骤。

处理器 901、存储器 904 以及通信接口 903 之间可以通过通信线路 902 进行通信。

在上述实施例中，存储器存储的供处理器执行的指令可以以计算机程序产品的形式实现。其中，计算机程序产品可以是事先写入在存储器中，也可以是以软件形式下载并安装在存储器中。

本申请实施例还提供一种计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本申请实施例的流程或功能。计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络或者其他可编程装置。计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一计算机可读存储介质传输，例如，计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线（digital subscriber line，DSL）或无线（例如红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。计算机可读存储介质可以是计算机能够存储的任何可用介质或者是包括一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。例如，可用介质可以包括磁性介质（例如，软盘、硬盘或磁带）、光介质（例如，数字通用光盘（digital versatile disc，DVD））、或者半导体介质（例如，固态硬盘（solid state disk，SSD））等。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质。上述实施例中描述的方法可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。计算机可读介质可以包括计算机存储介质和通信介质，还可以包括任何可以将计算机程序从一个地方传送到另一个地方的介质。存储介质可以是可由计算机访问的任何目标介质。

作为一种可能的设计，计算机可读介质可以包括紧凑型光盘只读储存器（compact disc read-only memory，CD-ROM）、RAM、ROM、EEPROM 或其它光盘存储器；计算机可读介质可以包括磁盘存储器或其它磁盘存储设备。而且，任何连接线也可以被适当地称为计算机可读介质。例如，如果使用同轴电缆，光纤电缆，双绞线，DSL 或无线技术（如红外，无线电和微波）从网站，服务器或其它远程源传输软件，则同轴电缆，光纤电缆，双绞线，DSL 或诸如红外，无线电和微波之类的无线技术包括在介质的定义中。如本文所使用的磁盘和光盘包括光盘（CD），激光盘，光盘，数字通用光盘（digital versatile disc，DVD），软盘和蓝光盘，其中磁盘通常以磁性方式再现数据，而光盘利用激光光学地再现数据。

本申请实施例是参照根据本申请实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和／或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和／或方框图中的每一流程和／或方框、以及流程图和／或方框图中的流程和／或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理单元以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理单元执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和／或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

以上的具体实施方式，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上仅为本发明的具体实施方式而已，并不用于限定本发明的保护范围，凡在本发明的技术方案的基础之上，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包括在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种基于屏下图像的图像处理方法，其特征在于，所述方法包括：

获取屏下图像；

将所述屏下图像输入预先训练的人工智能 AI 预处理模型，得到处理后的图像；

将所述处理后的图像输入图像处理模型，得到处理结果；

其中，当所述图像处理模型为基于所述 AI 预处理模型输出的图像训练得到的模型时，所述 AI 预处理模型为利用第一训练数据集训练得到的模型，所述第一训练数据集包括第一测试数据和第一样本数据，所述第一测试数据中的测试图像在所述第一样本数据中对应有样本图像，所述测试图像的图像质量差于所述样本图像的图像质量；所述图像处理模型为将第二训练数据集输入所述 AI 预处理模型后，利用所述 AI 预处理模型的输出训练得到的，所述第二训练数据集包括用于实现所述图像处理模型所需实现功能的相关数据集。

2.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述屏下图像为基于设置在屏幕下的摄像头拍摄得到的图像。

3.根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述摄像头包括飞行时间 TOF 摄像头。

4.根据权利要求 1-3 任一项所述的方法，其特征在于，所述图像处理模型包括下述的以下的一项或多项：人脸识别模型、睁闭眼模型、人眼注视模型或人脸防伪模型。

5.根据权利要求 1-4 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

当所述 AI 预处理模型为联合所述图像处理模型训练得到的模型时，在训练所述 AI 预处理模型时，所述图像处理模型的参数不可调，所述 AI 预处理模型的参数可调，所述 AI 预处理模型在利用目标损失函数计算得到的值收敛时完成训练；其中，所述目标损失函数与所述 AI 预处理模型的损失函数以及所述图像处理模型的损失函数有关。

6.根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述图像处理模型的数量为多个，在计算所述目标损失函数时，所述 AI 预处理模型的损失函数与任一个所述图像处理模型的损失函数任两个之间的权重差值小于预设值。

7.根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，在所述图像处理模型包括人脸识别模型、睁闭眼模型、人眼注视模型和人脸防伪模型时，所述目标损失函数满足下述公式：

$$L_{total} = \alpha L_{\mathrm{c}} + \beta L_{\mathrm{F}} + \gamma L_{G} + \theta L_{E} + \tau L_{R}$$

其中，所述 AI 预处理模型的损失函数为 L_c，所述人脸识别模型的损失函数为 L_F，所述人眼注视识别模型的损失函数为 L_G，所述睁闭眼识别模型的损失函数为 L_E，所述人脸防伪模型的损失函数为 L_R，α、β、γ、θ、τ均为预设的常量。

8.根据权利要求 1-7 任一项所述的方法，其特征在于，所述图像处理模型的数量和种类可配置；或者，所述测试图像为通过对所述样本数据进行退化处理得到的图像，所述退化处理包括下述的一下或多项：增加牛顿环、增加衍射光斑、降低灰度值或增加图片模糊效果。

9.根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

显示第一界面，所述第一界面包括多种人脸解锁模式的标识，各所述标识对应有

控件；

在接收到对所述多种人脸解锁模式中目标人脸解锁模式的标识对应的目标控件的触发时，设置所述图像处理模型为所述目标人脸解锁模式对应的模型。

10.根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述多种人脸解锁模式包括下述的多种：标准模式、口罩模式、严格模式或自定义模式；

所述标准模式对应的图像处理模型包括人脸识别模型和人脸防伪模型；

所述口罩模式对应的图像处理模型包括睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型和人脸防伪模型；

所述严格模式对应的图像处理模型包括人脸识别模型、睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型和人脸防伪模型；

所述自定义模式对应的图像处理模型包括人脸识别模型、睁闭眼识别模型、人眼注视识别模型或人脸防伪模型中的一种或多种。

11.一种电子设备，其特征在于，包括：存储器和处理器，所述存储器用于存储计算机程序，所述处理器用于执行所述计算机程序，以执行如权利要求 1-10 任一项所述的基于屏下图像的图像处理方法。

12.一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质存储有指令，当所述指令被执行时，使得计算机执行如权利要求 1-10 任一项所述的基于屏下图像的图像处理方法。

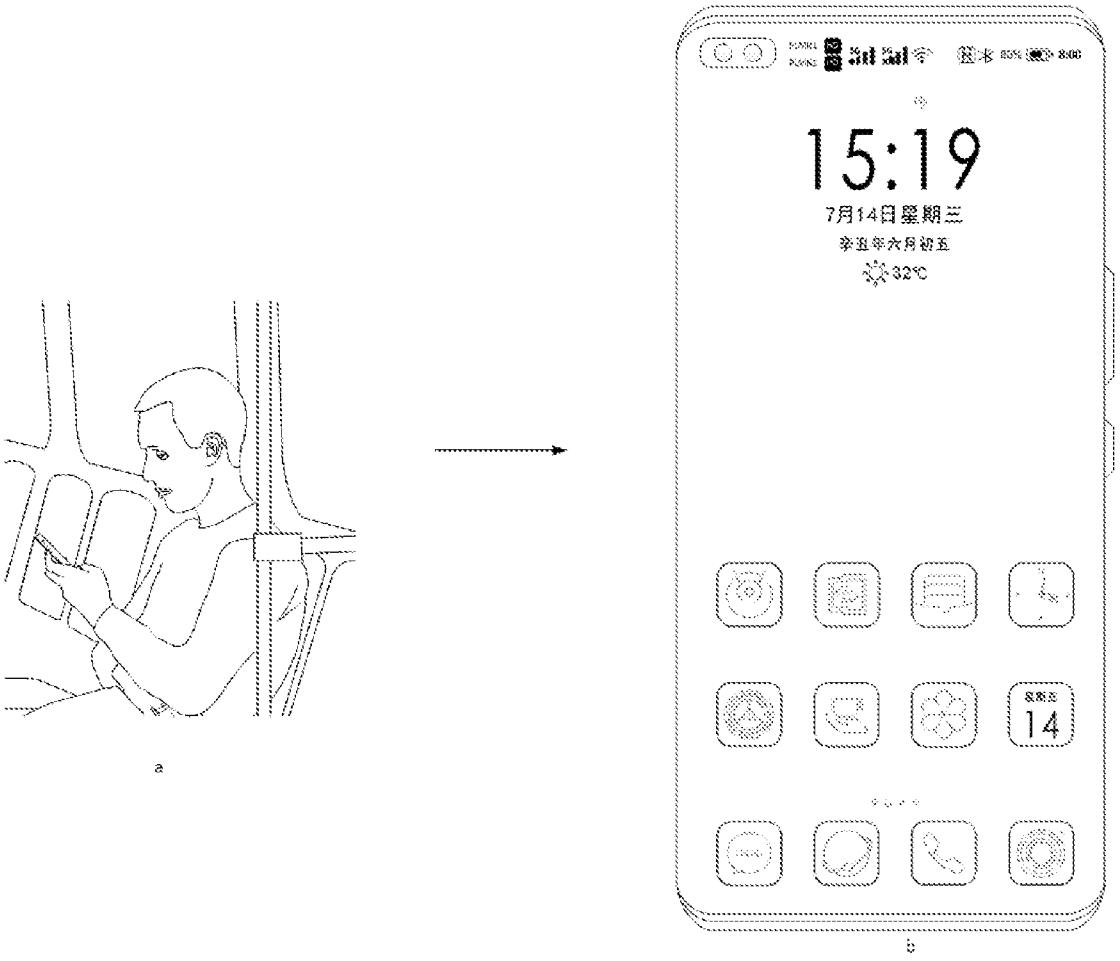


图 1

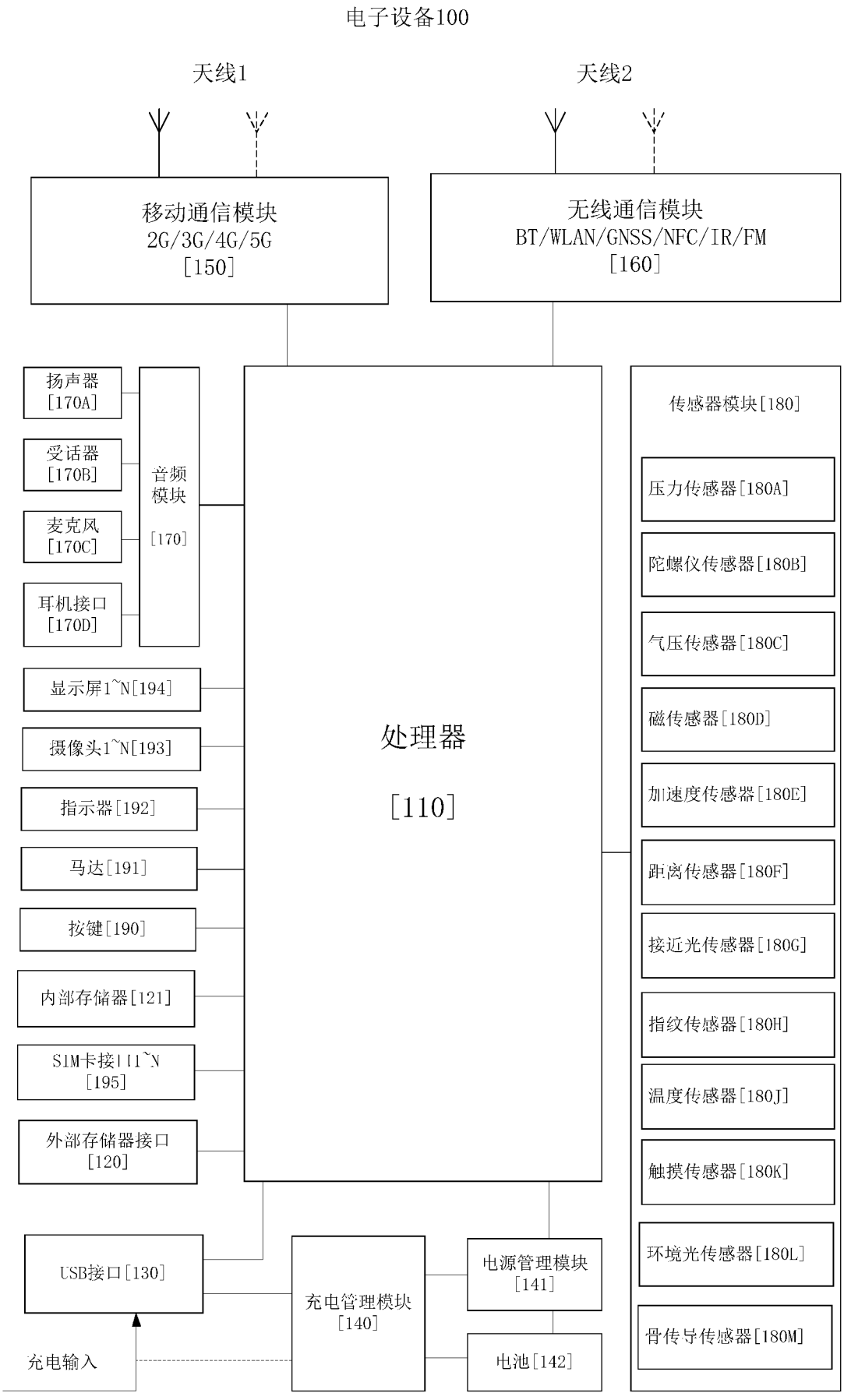

电子设备100
天线1
天线2
移动通信模块
2G/3G/4G/5G
[150]
无线通信模块
BT/WLAN/GNSS/NFC/IR/FM
[160]
扬声器
[170A]
受话器
[170B]
麦克风
[170C]
耳机接口
[170D]
音频
模块
[170]
显示屏1~N[194]
摄像头1~N[193]
指示器[192]
马达[191]
按键[190]
内部存储器[121]
SIM卡接口1~N
[195]
外部存储器接口
[120]
处理器
[110]
传感器模块[180]
压力传感器[180A]
陀螺仪传感器[180B]
气压传感器[180C]
磁传感器[180D]
加速度传感器[180E]
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]
USB接口[130]
充电管理模块
[140]
电源管理模块
[141]
电池[142]
充电输入

图 2

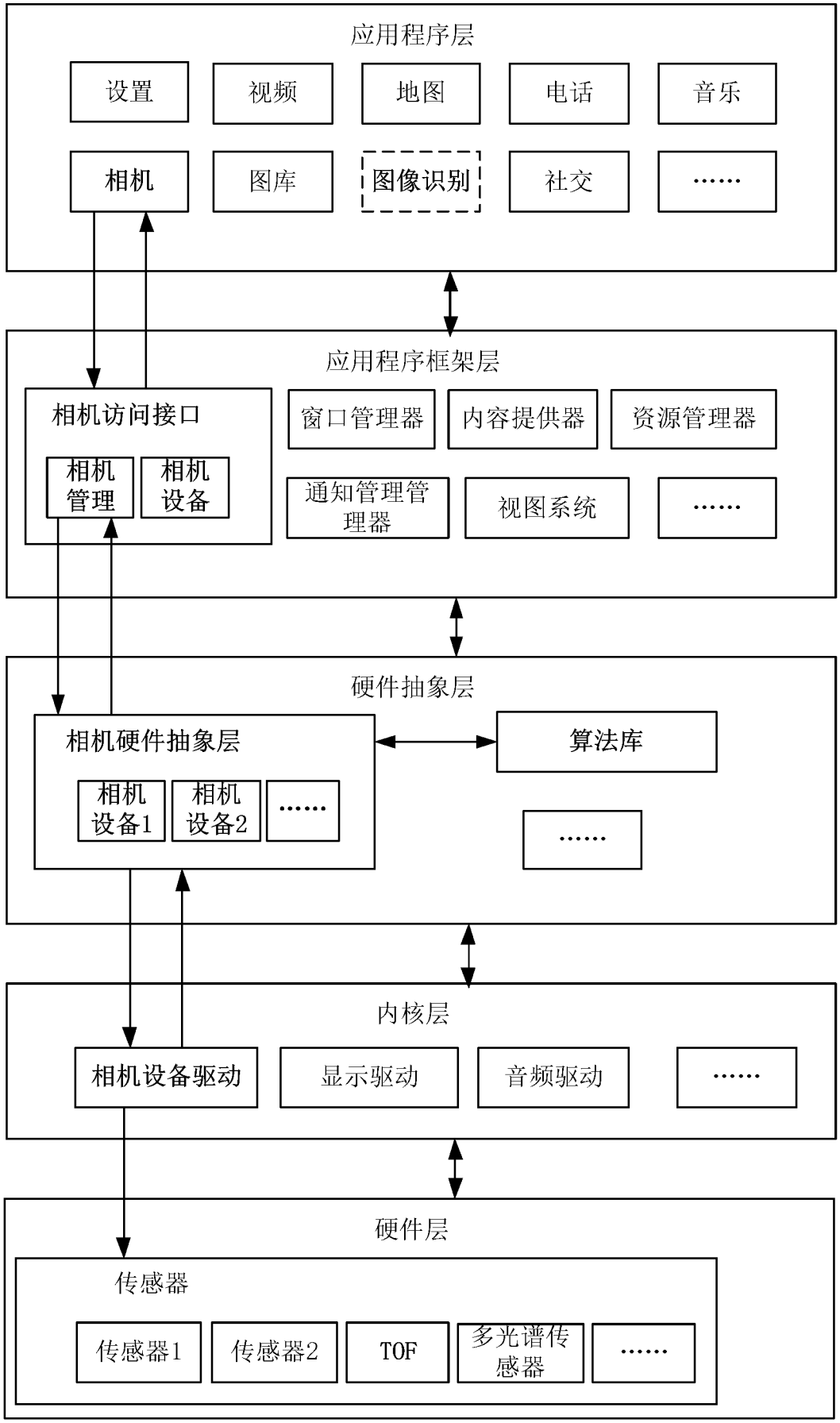

应用程序层
设置
视频
地图
电话
音乐
相机
图库
图像识别
社交
……
应用程序框架层
相机访问接口
相机管理
相机设备
窗口管理器
内容提供器
资源管理器
通知管理管理器
视图系统
……
硬件抽象层
相机硬件抽象层
相机设备1
相机设备2
……
算法库
……
内核层
相机设备驱动
显示驱动
音频驱动
……
硬件层
传感器
传感器1
传感器2
TOF
多光谱传感器
……

图 3

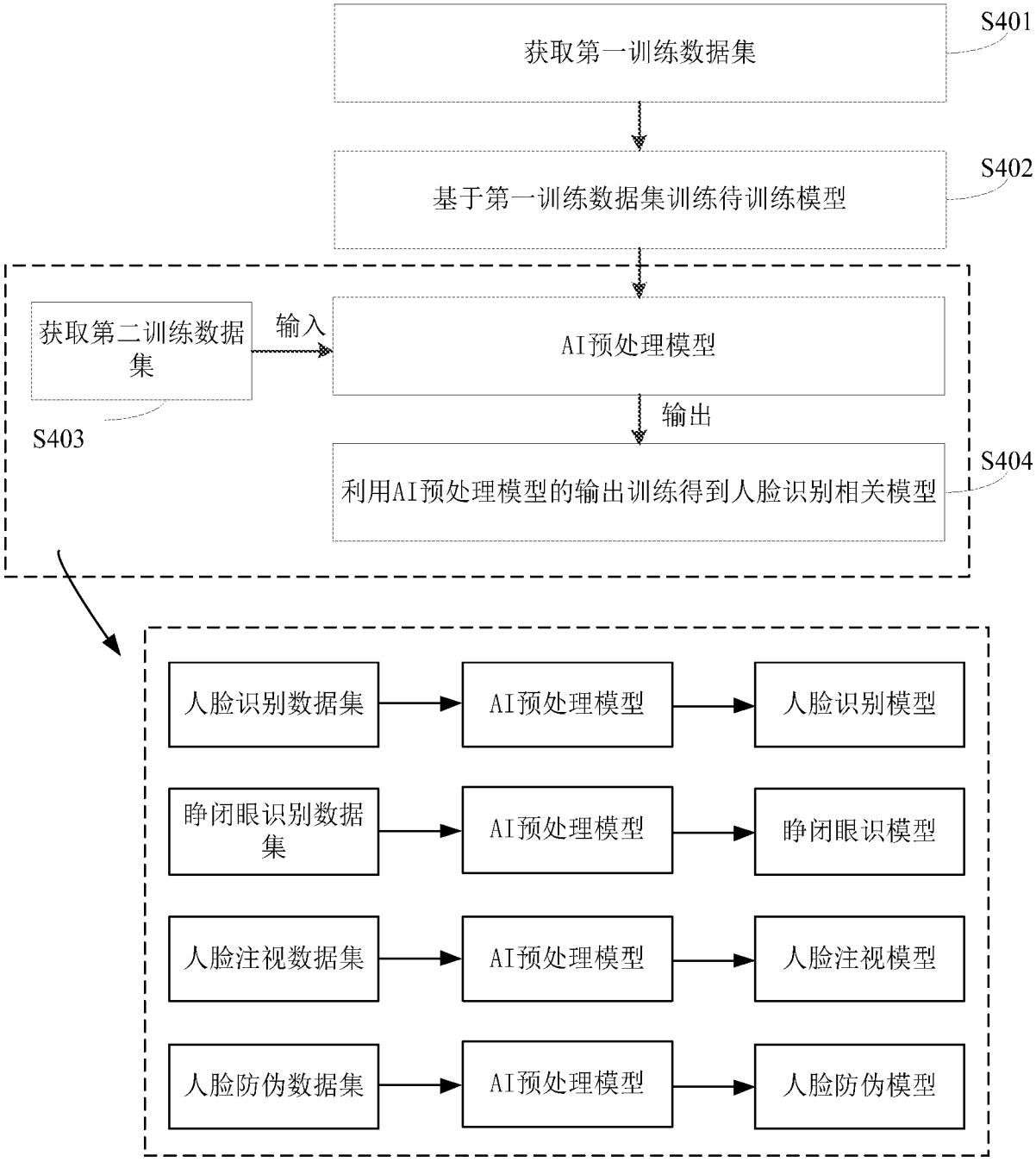

获取第一训练数据集
S401
基于第一训练数据集训练待训练模型
S402
获取第二训练数据集
输入
AI预处理模型
输出
S403
利用AI预处理模型的输出训练得到人脸识别相关模型
S404
人脸识别数据集
AI预处理模型
人脸识别模型
睁闭眼识别数据集
AI预处理模型
睁闭眼识模型
人脸注视数据集
AI预处理模型
人脸注视模型
人脸防伪数据集
AI预处理模型
人脸防伪模型

图 4

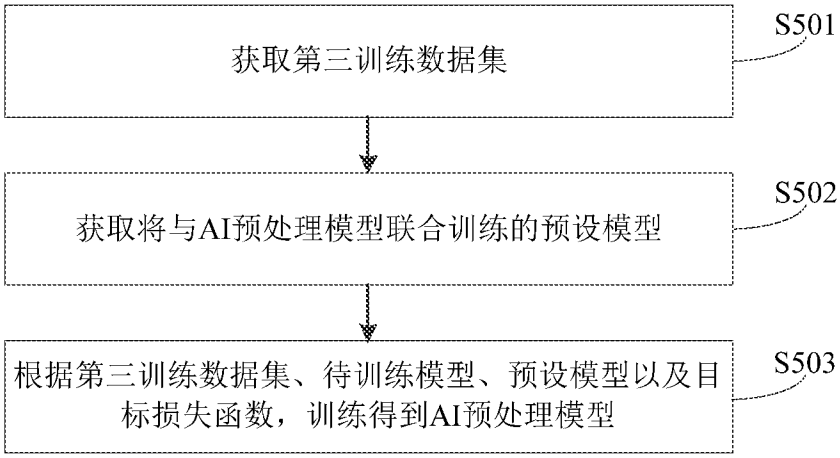

获取第三训练数据集
S501
获取将与AI预处理模型联合训练的预设模型
S502
根据第三训练数据集、待训练模型、预设模型以及目标损失函数，训练得到AI预处理模型
S503

图 5

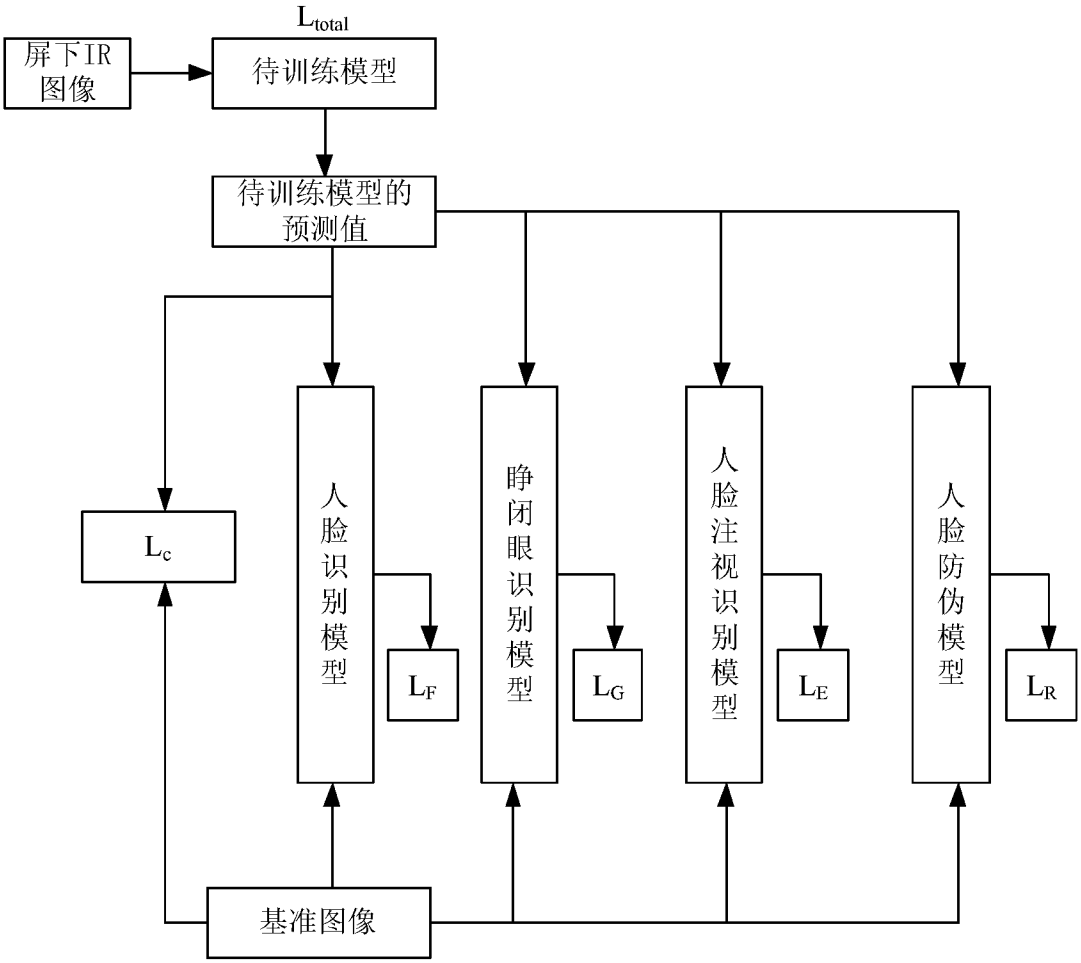

屏下IR图像
Ltotal
待训练模型
待训练模型的预测值
Lc
人脸识别模型
LF
睁闭眼识别模型
LG
人脸注视识别模型
LE
人脸防伪模型
LR
基准图像

图 6

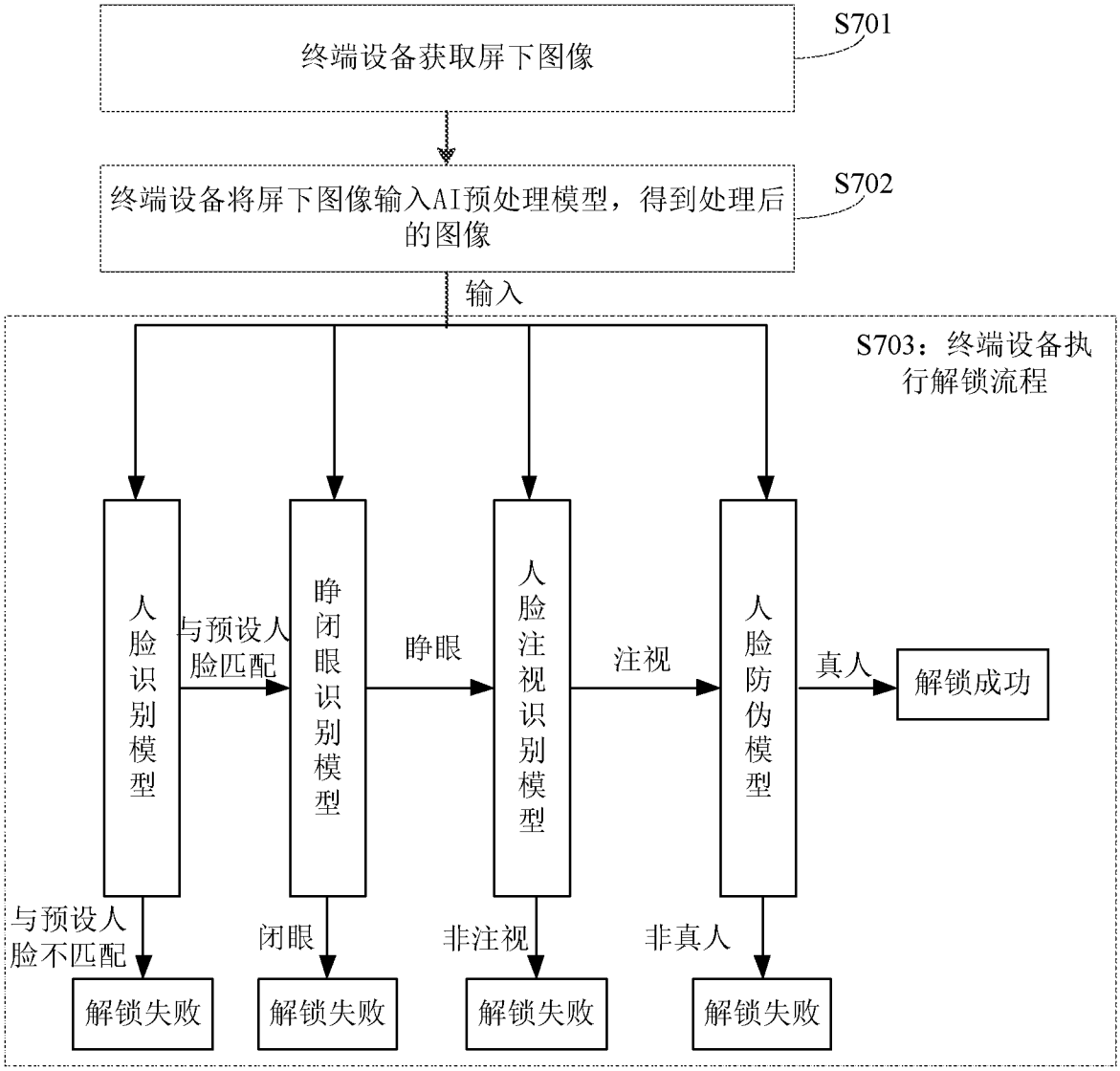

终端设备获取屏下图像
S701
终端设备将屏下图像输入AI预处理模型，得到处理后的图像
S702
输入
S703：终端设备执行解锁流程
人脸识别模型
与预设人脸匹配
睁闭眼识别模型
睁眼
人脸注视识别模型
注视
人脸防伪模型
真人
解锁成功
与预设人脸不匹配
解锁失败
闭眼
解锁失败
非注视
解锁失败
非真人
解锁失败

图 7

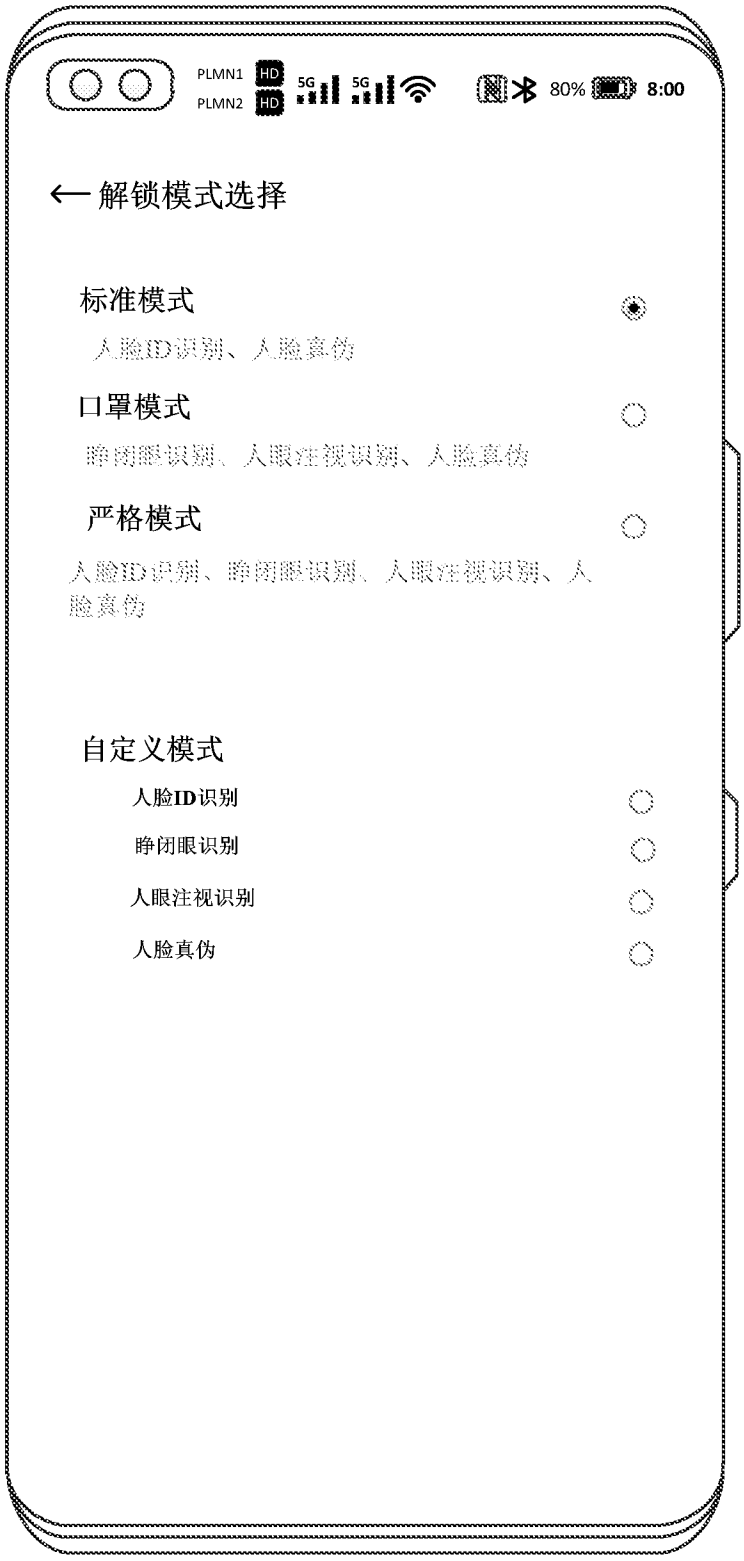

PLMN1
PLMN2
HD
HD
5G
5G
80%
8:00
← 解锁模式选择
标准模式
人脸ID识别、人脸真伪
口罩模式
睁闭眼识别、人眼注视识别、人脸真伪
严格模式
人脸ID识别、睁闭眼识别、人眼注视识别、人脸真伪
自定义模式
人脸ID识别
睁闭眼识别
人眼注视识别
人脸真伪

图 8

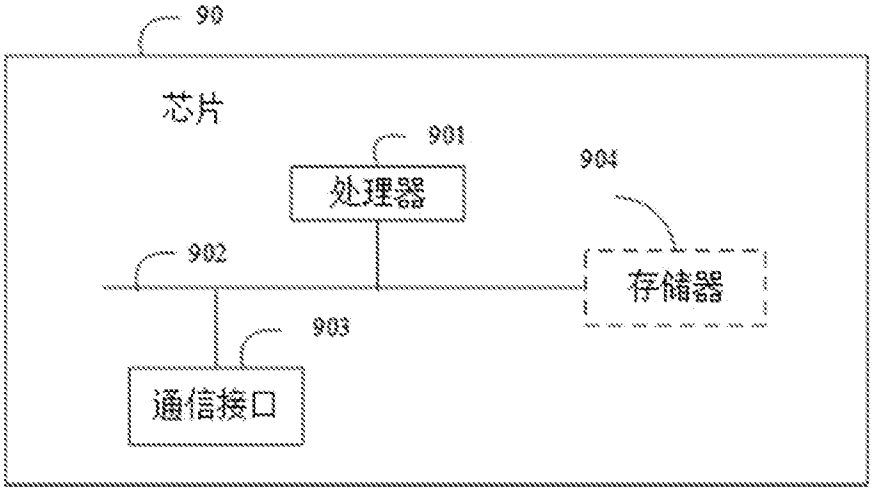


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2022/118604

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06V 40/16(2022.01)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)

G06V

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, CNKI, WPI, EPODOC: 屏下, 图像, 训练, 神经网络, 质量, 差, 预处理, 人脸, 识别, 联合, 退化, underscreen, image, train, neural network, quality, poor, preprocess, face, recognition, joint, degenerate

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 109766806 A (SHENZHEN ORBBEC CO., LTD.) 17 May 2019 (2019-05-17) description, paragraphs 12-67	1-4, 8-12
Y	CN 113379610 A (TCL TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 10 September 2021 (2021-09-10) description, paragraphs 3-14	1-4, 8-12
A	CN 113139911 A (BEIJING MEGVII TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 July 2021 (2021-07-20) entire document	1-12
A	CN 113420683 A (TENCENT TECHNOLOGY SHENZHEN CO., LTD.) 21 September 2021 (2021-09-21) entire document	1-12
A	US 2016189006 A1 (TCL RESEARCH AMERICA INC.) 30 June 2016 (2016-06-30) entire document	1-12

☐ 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	Date of mailing of the international search report
16 November 2022	**25 November 2022**
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/CN2022/118604

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109766806	A	17 May 2019	None			
CN	113379610	A	10 September 2021	CN	113379608	A	10 September 2021
				CN	113379611	A	10 September 2021
				WO	2021179764	A1	16 September 2021
CN	113139911	A	20 July 2021	WO	2021147374	A1	29 July 2021
				KR	20220113686	A	16 August 2022
CN	113420683	A	21 September 2021	None			
US	2016189006	A1	30 June 2016	CN	106156693	A	23 November 2016

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2022/118604

A. 主题的分类

G06V 40/16(2022.01)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)

G06V

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, CNKI, WPI, EPODOC: 屏下, 图像, 训练, 神经网络, 质量, 差, 预处理, 人脸, 识别, 联合, 退化, under-screen, image, train, neural network, quality, poor, preprocess, face, recognition, joint, degenerate

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 109766806 A (深圳奥比中光科技有限公司) 2019年5月17日 (2019 - 05 - 17) 说明书第12-67段	1-4，8-12
Y	CN 113379610 A (TCL科技集团股份有限公司) 2021年9月10日 (2021 - 09 - 10) 说明书第3-14段	1-4，8-12
A	CN 113139911 A (北京迈格威科技有限公司) 2021年7月20日 (2021 - 07 - 20) 全文	1-12
A	CN 113420683 A (腾讯科技深圳有限公司) 2021年9月21日 (2021 - 09 - 21) 全文	1-12
A	US 2016189006 A1 (TCL RESEARCH AMERICA INC.) 2016年6月30日 (2016 - 06 - 30) 全文	1-12

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2022年11月16日	2022年11月25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	受权官员 姜玲玲 电话号码 86-(10)-53961421

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2022/118604

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	109766806	A	2019年5月17日	无			
CN	113379610	A	2021年9月10日	CN	113379608	A	2021年9月10日
				CN	113379611	A	2021年9月10日
				WO	2021179764	A1	2021年9月16日
CN	113139911	A	2021年7月20日	WO	2021147374	A1	2021年7月29日
				KR	20220113686	A	2022年8月16日
CN	113420683	A	2021年9月21日	无			
US	2016189006	A1	2016年6月30日	CN	106156693	A	2016年11月23日