

(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 9 月 3 日 (03.09.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/173117 A1

(51) 国际专利分类号:
G06K 9/00 (2006.01)

北京市海淀区中关村东路 1 号院 3 号楼 7 层
710-712 房间, Beijing 100084 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/114674

(74) 代理人: 广州三环专利商标代理有限公司
(**SCIHEAD IP LAW FIRM**); 中国广东省广州市
越秀区先烈中路 80 号汇华商贸大厦 1508
室, Guangdong 510070 (CN)。

(22) 国际申请日: 2019 年 10 月 31 日 (31.10.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910145024.9 2019 年 2 月 26 日 (26.02.2019) CN

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,
JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(71) 申请人: 北京市商汤科技开发有限公司 (**BEIJING
SENSETIME TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO.,
LTD.**) [CN/CN]; 中国北京市海淀区中关
村东路 1 号院 3 号楼 7 层 710-712 房间,
Beijing 100084 (CN)。

(72) 发明人: 王飞 (**WANG, Fei**); 中国北京市海淀区
中关村东路 1 号院 3 号楼 7 层 710-712 房间,
Beijing 100084 (CN)。 钱晨 (**QIAN, Chen**); 中国

(54) **Title:** FACE RECOGNITION METHOD, NEURAL NETWORK TRAINING METHOD, APPARATUS, AND ELECTRONIC
DEVICE

(54) 发明名称: 人脸识别方法、神经网络训练方法、装置及电子设备

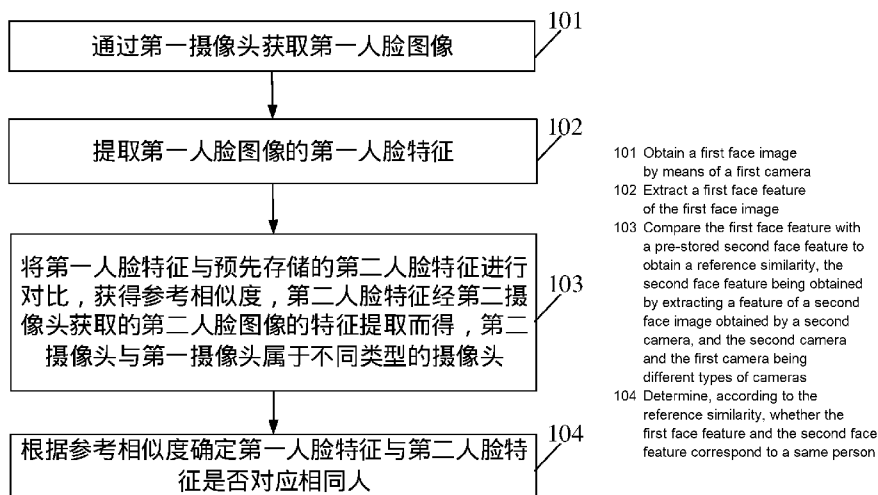


图 1

(57) **Abstract:** A face recognition method, a neural network training method, an apparatus, and an electronic device. The method comprises: obtaining a first face image by means of a first camera (101); extracting a first face feature of the first face image (102); comparing the first face feature with a pre-stored second face feature to obtain a reference similarity, the second face feature being obtained by extracting a feature of a second face image obtained by a second camera, and the second camera and the first camera being different types of cameras (103); and determining, according to the reference similarity, whether the first face feature and the second face feature correspond to a same person (104).

(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: 一种人脸识别方法、神经网络训练方法、装置及电子设备。其中, 方法包括: 通过第一摄像头获取第一人脸图像 (101); 提取所述第一人脸图像的第一人脸特征 (102); 将所述第一人脸特征与预先存储的第二人脸特征进行对比, 获得参考相似度, 所述第二人脸特征经第二摄像头获取的第二人脸图像的特征提取而得, 所述第二摄像头与所述第一摄像头属于不同类型的摄像头 (103); 根据所述参考相似度确定所述第一人脸特征与所述第二人脸特征是否对应相同人 (104)。

人脸识别方法、神经网络训练方法、装置及电子设备

本申请要求于2019年02月26日提交中国国家知识产权局、申请号为2019101450249、申请名称为“人脸识别方法、神经网络训练方法、装置及电子设备”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。

5 技术领域

本公开涉及图像处理技术领域，尤其涉及一种人脸识别方法、神经网络训练方法、装置及电子设备。

背景技术

10 随着人工智能和车辆行业的迅速发展，将最新的人工智能技术应用到量产车辆上已经成为一个最具市场前景的方向。目前车辆市场需求的人工智能产品包括但不限于辅助驾驶系统、驾驶员监控系统、车辆运营管理系统等。这些市场需求通常需要对驾驶员的人脸进行识别，并以此为基础进行后续的管理和控制。

发明内容

本公开提供了一种人脸识别的技术方案以及一种神经网络训练的技术方案。

15 第一方面，本公开实施例提供了一种人脸识别方法，包括：

通过第一摄像头获取第一人脸图像；

提取所述第一人脸图像的第一人脸特征；

20 将所述第一人脸特征与预先存储的第二人脸特征进行对比，获得参考相似度，所述第二人脸特征经第二摄像头获取的第二人脸图像的特征提取而得，所述第二摄像头与所述第一摄像头属于不同类型的摄像头；

根据所述参考相似度确定所述第一人脸特征与所述第二人脸特征是否对应相同人。

25 本公开实施例中，在进行人脸识别时，可实现第一人脸图像与第二人脸图像的识别，该第一人脸图像与该第二人脸图像通过不同类型的摄像头获取。实施本公开实施例，通过不同类型摄像头获取第一人脸图像与第二人脸图像，可使得本公开实施例所提供的人脸识别方法应用于更多的场景，不仅方便人脸认证，而且对于人脸注册时的摄像头也不作限定，提高了人脸注册的便利性。

第二方面，本公开实施例提供了一种神经网络训练方法，包括：

30 获取第一类型图像样本和第二类型图像样本，所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本由不同类型的摄像头拍摄得到，且所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本中包括人脸；

根据所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本训练神经网络。

本公开实施例中，通过采用不同类型摄像头拍摄得到的人脸图像来训练神经网络，可有效提高该神经网络输出人脸特征的准确度；同时在进行人脸识别，应用该神经网络提取人脸特征时，还有效提高了人脸识别的准确度。

35 第三方面，本公开实施例提供了一种人脸识别装置，包括：

第一获取单元，用于通过第一摄像头获取第一人脸图像；

第一提取单元，用于提取所述第一人脸图像的第一人脸特征；

对比单元，用于将所述第一人脸特征与预先存储的第二人脸特征进行对比，获得参考

相似度，所述第二人脸特征经第二摄像头获取的第二人脸图像的特征提取而得，所述第二摄像头与所述第一摄像头属于不同类型的摄像头；

确定单元，用于根据所述参考相似度确定所述第一人脸特征与所述第二人脸特征是否对应相同人。

5 第四方面，本公开实施例提供了一种神经网络训练装置，包括：

获取单元，用于获取第一类型图像样本和第二类型图像样本，所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本由不同类型的摄像头拍摄得到，且所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本中包括人脸；

训练单元，用于根据所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本训练神经网络。

10 第五方面，本公开实施例还提供了一种电子设备，包括：处理器和存储器；所述存储器用于与所述处理器耦合，所述存储器还用于存储程序指令，所述处理器被配置为支持所述电子设备执行上述第一方面的方法中相应的功能。

第六方面，本公开实施例还提供了一种电子设备，包括：处理器和存储器；所述存储器用于与所述处理器耦合，所述存储器还用于存储程序指令，所述处理器被配置为支持所述15 电子设备执行上述第二方面的方法中相应的功能。

第七方面，本公开实施例还提供了一种人脸识别系统，所述人脸识别系统包括：神经网络训练装置和人脸识别装置；所述神经网络训练装置和所述人脸识别装置耦合；

其中，所述神经网络训练装置，用于训练神经网络；

所述人脸识别装置，用于应用所述神经网络训练装置所训练的神经网络。

20 第八方面，本公开实施例提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有指令，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述各方面所述的方法。

第九方面，本公开实施例提供了一种包含指令的计算机程序产品，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述各方面所述的方法。

本公开申请人在实现本公开实施例过程中发现，传统的人脸识别方法往往限制认证的25 图像类型和注册的图像类型为相同的图像类型，如注册过程采用 RGB 图像，则认证过程也需采用 RGB 图像，由此限制了传统人脸识别方案在涉及多类摄像头场景中的应用。本公开实施例为涉及多类摄像头的场景提供了人脸识别解决方案，实施本公开实施例中，通过将一类类型摄像头获取第二人脸图像的人脸图像作为底库特征，通过另一类型摄像头获取的第一人脸图像的人脸特征与底库特征进行比对，根据比对结果实现人脸识别，使得本30 公开实施例所提供的人脸识别方法应用于更多的场景，不仅方便人脸认证，而且对于人脸注册时的摄像头也不作限定，提高了人脸注册的便利性。

附图说明

为了更清楚地说明本公开实施例或背景技术中的技术方案，下面将对本公开实施例或背景技术中所需要使用的附图进行说明。

35 图 1 是本公开实施例提供了一种人脸识别方法的流程示意图；

图 2 是本公开实施例提供了一种神经网络训练方法的流程示意图；

图 3 是本公开实施例提供了一种训练过程的示意图；

图 4 是本公开实施例提供了一种人脸识别装置的结构示意图；

图 5 是本公开实施例提供的另一种人脸识别装置的结构示意图；

图 6 是本公开实施例提供的一种神经网络训练装置的结构示意图；

图 7 是本公开实施例提供的一种训练单元的结构示意图；

图 8 是本公开实施例提供的另一种神经网络训练装置的结构示意图；

5 图 9 是本公开实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

为了使本公开的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本公开作进一步地详细描述。

10 本公开的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别不同的对象，而不是用于描述特定顺序。此外，术语“包括”和“具有”以及它们任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元，而是可选地还包括没有列出的步骤或单元，或可选地还包括对于这些过程、方法或设备固有的其他步骤或单元。

15 参见图 1，图 1 是本公开实施例提供的一种人脸识别方法的流程示意图，该人脸识别方法可应用于人脸识别装置，以及该人脸识别方法还可应用于电子设备，该电子设备可包括服务器或终端设备，该服务器可包括任意类型的服务器，如云服务器等等，本公开实施例不作限定。该终端设备可包括手机、平板电脑、台式电脑、车载设备、驾驶员状况监控系统、乘车管理系统、租车管理系统、网约车管理系统等等，本公开实施例对于该终端设备的具体形式不作唯一性限定。以下以该人脸识别方法应用于电子设备为例来说明。

20 如图 1 所示，该人脸识别方法包括：

101、通过第一摄像头获取第一人脸图像。

本公开实施例中，该第一人脸图像可包括第一摄像头拍摄到的图像；或者，该第一人脸图像还可包括通过第一摄像头拍摄的视频流数据中的任意帧图像等等，本公开实施例对于该第一人脸图像的来源不作限定。

25 本公开实施例中，第一摄像头可为热成像摄像头，又或者，第一摄像头为可见光摄像头。其中，在第一摄像头为热成像摄像头的情况下，第二摄像头可为其他不同于热成像摄像头的摄像头，如第二摄像头可为可见光摄像头。而在第一摄像头为可见光摄像头的情况下，第二摄像头可为其他不同于可见光摄像头的摄像头，如第二摄像头可为热成像摄像头。一个示例中，可见光摄像头可包括红绿蓝（red green blue，RGB）摄像头。热成像摄像头
30 可包括红外（infrared radiation，IR）摄像头。其中，IR 摄像头成像不受环境光线的干扰，无论白天还是夜晚、晴天、阴天还是雨天、外部道路还是隧道等等不同应用场景，均可以采集到质量差异不大的图像。RGB 摄像头价格低廉，应用普及，很多终端或者场景中部署有 RGB 摄像头，并且 RGB 图像也非常普及和通用。因此，在车应用场景中车载摄像头可为 IR 摄像头。从而利用 RGB 摄像头进行人脸注册，提高注册的方便性和灵活性，利用
35 IR 摄像头进行人脸识别，方便利用车载摄像头进行实时图像采集，基于人脸识别结果进行解锁、权限控制、人员/车辆管理等处理。可理解，以上仅为一种示例，在具体实现中，可能还包括其他类型的摄像头，这里不再一一列举。

一个示例中，第一摄像头可以为与电子设备连接的外接摄像头，又或者为该电子设备

内置的摄像头等等，本公开实施例对于该第一摄像头的具体实现形式不作限定。相应的，第二摄像头一个示例中，第一摄像头和第二摄像头还可为不同类型的车载摄像头，也就是说，第一人脸图像可以为基于车载摄像头在车辆的驾驶区域得到的人脸图像。可理解，在具体实现中，如该第一摄像头和该第二摄像头内置于各种电子设备的情况下，作为示例，如第一摄像头可内置于相机中，又或者，内置于手机中，又或者，内置于车载设备中等等，本公开实施例对于该第一摄像头和该第二摄像头的具体形式不作唯一性限定。

一个示例中，在第一摄像头为车载摄像头的情况下，通过第一摄像头获取第一人脸图像，包括：

通过车载摄像头获取第一人脸图像，第一人脸图像包括车辆的用车人的人脸图像。

本实施例中，车辆可包括机动车、非机动车、汽车、卡车、班车、出租车、二轮车、三轮车、四轮及四轮以上车、玩具车、车型机器人、遥控车等等，本公开实施例对于该车辆的具体类型不作限定。

本实施例中，用车人可包括驾驶车辆的人、乘坐车辆的人、对车辆进行修理的人、给车辆加油的人以及控制车辆的人中的一项或多项。其中，控制车辆的人可如控制遥控车的人，给车辆加油的人可如加油工人，对车辆进行修改的人可如汽修工人，乘坐车辆的人可如乘坐出租车或乘坐班车等等的人，驾驶车辆的人可为司机等等。本公开实施例对于以上用车人的具体类型不作限定。

一个示例中，在用车人包括驾驶车辆的人的情况下，本公开实施例还提供了一种电子设备在何时获取第一人脸图像的触发条件，如通过车载摄像头获取第一人脸图像，包括：

在接收到触发指令的情况下，通过车载摄像头获取第一人脸图像；

或者，在车辆运行时，通过车载摄像头获取第一人脸图像

或者，在车辆的运行速度达到参考速度的情况下，通过车载摄像头获取第一人脸图像。

本实施例中，触发指令可以为电子设备接收到的用户输入的触发指令，也可以为与电子设备连接的其他电子设备发送的触发指令等等，本实施例对于该触发指令的来源以及具体形式不作限定。

本实施例中，车辆运行时，可理解为车辆打火时，也就是说，在电子设备检测到车辆开始运行了，则该电子设备便可以获取车辆驾驶区域中的用户的人脸图像即第一人脸图像。

本实施例中，参考速度用于衡量车辆的运行速度达到多少时，电子设备获取第一人脸图像，因此，对于该参考速度具体为多少不作限定。该参考速度可以由用户设置，也可以由与电子设备连接的测量车辆运行速度的器件设置，也可以由电子设备设置等等，本实施例不作限定。

实施本实施例，通过设置触发条件来获取第一人脸图像，从而对用车人的身份进行识别，可有效提高电子设备进行人脸识别的效率。

102、提取第一人脸图像的第一人脸特征。

本公开实施例中，电子设备可通过任意的方法来提取第一人脸图像的第一人脸特征，如该电子设备可通过特征点提取算法来提取第一人脸特征，其中，该特征点提取可采用但不限于 susan 算子特征提取、harris 算子特征提取、sift 特征提取或者经神经网络特征方法等等。又如该电子设备通过几何特征的人脸特征提取方法或基于模板匹配的人脸特征提取

方法来提取该第一人脸特征等等，本公开实施例对于该电子设备如何提取第一人脸特征不作限定。

一个示例中，该电子设备可通过神经网络来提取第一人脸的第一人脸特征，其中，该神经网络可为预先训练完成的神经网络。如该预先训练完成的神经网络可以为本公开实施例中的电子设备所训练完成的神经网络；也可以为通过其他设备训练完成的神经网络，而后本公开实施例中的电子设备从该其他设备获取的神经网络等等，本公开实施例不作限定。

本公开实施例中，神经网络可由卷积层、非线性层、池化层等网络层按照一定方式堆叠设计而成，本公开实施例对具体的网络结构并不限制。设计好神经网络结构后，可基于带有标注信息的图像，采用监督或弱监督方式对设计好的神经网络进行梯度反向传播等方法进行成千甚至上万次的迭代训练，调整神经网络的网络参数，直至满足神经网络预定的训练完成条件。具体的训练方式本公开实施例并不限制。

其中，采用神经网络进行人脸图像的特征提取可以实现端到端的输出，例如，将第一人脸图像输入至预先训练完成的神经网络，输出神经网络对该第一人脸图像进行特征提取而得的特征图，也即端到端实现人脸图像特征提取的过程。其中，人脸特征提取就是针对人脸的某些特征进行人脸特征提取，人脸特征也可以称为人脸表征。作为示例，通过神经网络来提取人脸特征可具体为通过深度神经网络来提取人脸深层次的抽象的特征。

一个示例中，将第一人脸图像输入预先训练完成的神经网络，通过神经网络输出第一人脸图像的第一人脸特征；其中，神经网络基于第一类型图像样本和第二类型图像样本训练得到，第一类型图像样本和第二类型图像样本由不同类型的摄像头拍摄得到，且第一类型图像样本和第二类型图像样本中包括人脸。本公开通过采用基于两种不同类型的摄像头拍摄得到的图像样本对神经网络训练，使得神经网络可以学习到不同类型的图像的特征提取能力，由此基于训练后的神经网络实现对不同类型的图像的人脸识别能力。

103、将第一人脸特征与预先存储的第二人脸特征进行对比，获得参考相似度，第二人脸特征经第二摄像头获取的第二人脸图像的特征提取而得，第二摄像头与第一摄像头属于不同类型的摄像头。

本公开实施例中，第一人脸图像可理解为需要进行人脸认证的人脸图像，或者可理解为需要进行人脸识别的人脸图像，或者可理解为需要查询的人脸图像。而第二人脸图像则可理解为人脸注册时的人脸图像，或者也可理解为保存在身份底库中的人脸图像。该身份底库中保存有身份信息，以及与每个身份信息对应的人脸特征。以下将以第一人脸图像为需要进行人脸识别的人脸图像，以及第二人脸图像为人脸注册时的人脸图像为例来说明。

本公开实施例中，第一摄像头与第二摄像头属于不同类型的摄像头，也就是说，第一人脸图像与第二人脸图像可理解为不同类型的人脸图像。举例来说，第一人脸图像为 RGB 人脸图像，则第二人脸图像则可以为 IR 人脸图像。又或者，第一人脸图像为 IR 人脸图像，第二人脸图像为 RGB 人脸图像。又或者，为其他类型的人脸图像等等，本公开实施例不作限定。其中，对于第一摄像头以及第二摄像头的具体描述可参考前述实施例，这里不再一一详述。

本公开实施例中，参考相似度即为第一人脸图像属于与身份底库中的第二人脸图像对应的用户的相似程度，即参考相似度可用于表示第一人脸图像与第二人脸图像对应同一个

人的相似程度。如电子设备可通过人脸特征之间的对比来得到参考相似度。

一个示例中，第二人脸图像为对用车人进行人脸注册的图像的情况下，本公开实施例还提供了一种获取第二人脸图像的人脸特征的方法，如将第一人脸特征与预先存储的第二人脸特征进行对比之前，图 1 所示的方法还包括：

- 5 通过第二摄像头获取第二人脸图像；
- 提取第二人脸图像的第二人脸特征；
- 保存第二人脸图像的第二人脸特征。

本实施例对于提取第二人脸图像的人脸特征的方法不作限定，如可通过预先训练完成的神经网络来提取该第二人脸图像的人脸特征，从而得到第二人脸特征。又如还可通过局部二值模式（local binary patterns, LBP）方法来提取该第二人脸图像的人脸特征。又如还可通过 sift 特征提取方法，几何特征的人脸特征提取方法，基于模板匹配的人脸特征提取方法等等来提取该第二人脸图像的人脸特征。可理解，本实施例对于如何提取第二人脸图像的人脸特征不作唯一性限定。本实施例中，通过将第二人脸特征保存至电子设备中，可

- 15 104、根据参考相似度确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人。

本公开实施例中，根据参考相似度来确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人，如可通过比较参考相似度与相似度阈值（可理解为静态的相似度阈值）之间的关系来确定，如参考相似度不小于相似度阈值，则可确定第一人脸特征与第二人脸特征对应相同人。而若参考相似度小于相似度阈值，则可确定第一人脸特征与第二人脸特征对应不同人。

- 20 一个示例中，本公开实施例还提供了一种采用动态相似度阈值来确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人的方法。如根据参考相似度确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人，包括：

根据参考相似度、参考误报率以及相似度阈值确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人；其中，不同的误报率对应不同的相似度阈值。

- 25 本实施例中，不同的误报率对应不同的相似度阈值，也就是说，误报率与相似度阈值之间有对应关系。其中，不同的误报率具体对应的相似度阈值为多少，本公开实施例不作限定。如该误报率与相似度阈值之间的对应关系可由用户设置，或者也可由电子设备自主设置等等，本公开实施例不作限定。可理解，本公开实施例中的参考误报率即为电子设备所确定的一个误报率，如为电子设备从误报率与相似度阈值之间的对应关系中所确定出的
- 30 一个误报率。

- 举例来说，误报率与相似度阈值之间的关系如下：误报率为万分之一时，相似度阈值为 0.7；误报率为十万分之一时，相似度阈值可为 0.8；误报率为百万分之一时，相似度阈值可为 0.9；误报率为千万分之一时，相似度阈值为 0.98。由此，在确定出参考误报率之后，该电子设备便可可根据该参考误报率来确定相似度阈值，从而根据获得的参考相似度与确定的相似度阈值来确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人。可理解，本公开实施例对于电子设备如何确定参考误报率不作限定，如该电子设备可通过用户输入的确
- 35 定指令来确定，或者通过其他方法来确定等等。

实施本实施例，通过不同的误报率得到不同的相似度阈值，从而来确定第一人脸特征

与第二人脸特征是否对应相同人，避免了采用固定的相似度阈值的方式对人脸进行认证的方案，从而可以动态的来确定用于衡量两个人脸图像之间关系的相似度，提高了人脸识别的准确度。

5 一个示例中，本公开实施例还提供了一种确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人的方法，如根据参考相似度确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人，包括：

根据参考相似度以及阈值信息确定归一化后的参考相似度；

根据归一化后的参考相似度确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人。

10 本实施例中，阈值信息根据正样本对的相似度和负样本对的相似度以及预设的不同误报率得到；其中，正样本对和负样本对根据第一类型图像和第二类型图像得到，每个正样本对包括两个图像，且两个图像中的人脸对应相同的人；每个负样本对包括两个图像，且两个图像中的人脸对应不同的人，且正样本对和负样本对的相似度由预先训练完成的神经网络确定。一个示例中，该阈值信息中可包括第一阈值和第二阈值，由此电子设备可根据参考相似度以及该第一阈值和该第二阈值确定归一化后的参考相似度，其中，该参考相似
15 度在第一阈值与第二阈值之间，且在阈值信息中，该参考相似度与第一阈值以及第二阈值最接近。其中，第一类型图像与第二类型图像分别由不同类型的摄像头得到。

本实施例中，可通过参考相似度从阈值信息中确定第一阈值和第二阈值，从而使得电子设备能够根据该第一阈值和该第二阈值确定归一化后的参考相似度。该归一化后的参考相似度即为用于确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人的最终相似度。举例来说，参考相似度的数值在 $T(n-1)$ (如为第一阈值) 与 $T(n)$ (如为第二阈值) 之间，则
20 归一化后的参考相似度可确定为 $0.3 + (n-1)10 + 0.1 * (\text{参考相似度} - T(n-1)) * (T(n) - T(n-1))$ 。可理解以上仅为一种归一化的方法示例，不应理解为对本实施例的限定。

可理解，本实施例中电子设备在确定归一化后的参考相似度后，该电子设备可利用固定的相似度阈值来确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人。一个示例中，该电
25 子设备还可利用动态的相似度阈值 (即根据不同的误报率得到不同的相似度阈值) 来确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人。

实施本实施例，可进一步提高用于确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人的相似度的精确度，提高了人脸认证的准确度。

30 一个示例中，由于身份底库中的人脸图像可能为多个，即预先存储的第二人脸特征可能对应多个人，因此该第二人脸图像的数量可以至少包括两个，参考相似度的数量可以至少包括两个。因此，本公开实施例还提供了一种人脸识别方法，根据参考相似度、参考误报率以及相似度阈值确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人，包括：

根据参考误报率确定相似度阈值，以及从至少两个参考相似度中确定与第一人脸特征相似度最高的第二人脸特征；

35 在相似度最高的第二人脸特征与第一人脸特征的参考相似度大于相似度阈值的情况下，确定相似度最高的第二人脸特征与第一人脸特征对应相同人。

本实施例中，电子设备可分别获取第一人脸特征与至少两个第二人脸特征的参考相似度，从而从至少两个参考相似度中确定出与第一人脸特征相似度最高的第二人脸特征，然

后再对比该相似度最高的第二人脸特征与第一人脸特征的参考相似度是否大于相似度阈值（根据不同的误报率得到），若大于，则说明该相似度最高的第二人脸特征与第一人脸特征对应相同人。

进一步地，电子设备根据第一人脸特征与至少两个第二人脸特征的参考相似度得到的归一化后的参考相似度的数量也至少包括两个。因此在确定归一化后的参考相似度之后，该电子设备还可根据归一化后的参考相似度确定与第一人脸特征相似度最高的第二人脸特征，且在该与第一人脸特征相似度最高的第二人脸特征与第一人脸特征的归一化后的参考相似度大于相似度阈值（可根据不同的误报率得到）的情况下，便可确定与第一人脸特征相似度最高的第二人脸特征与第一人脸特征中的人脸属于同一个人脸，即对应相同人。

本公开实施例中，电子设备由于需要对比注册时的人脸图像与人脸识别时的人脸图像是否对应相同人，因此，本公开实施例对于获取人脸注册时的人脸图像的电子设备以及获取人脸识别时的人脸图像的电子设备是否为同一类型（或同一个）的电子设备不作限定。

本公开申请人在实现本公开实施例过程中发现，传统的人脸识别方法往往限制认证的图像类型和注册的图像类型为相同的图像类型，如注册过程采用 RGB 图像，则认证过程也需采用 RGB 图像，由此限制了传统人脸识别方案在涉及多类摄像头场景中的应用。本公开实施例为涉及多类摄像头的场景提供了人脸识别解决方案，实施本公开实施例中，通过将一类类型摄像头获取第二人脸图像的人脸图像作为底库特征，通过另一类型摄像头获取的第一人脸图像的人脸特征与底库特征进行比对，根据比对结果实现人脸识别，使得本公开实施例所提供的人脸识别方法应用于更多的场景，不仅方便人脸认证，而且对于人脸注册时的摄像头也不作限定，提高了人脸注册的便利性。

作为示例，以下将以举例的方式来说明本公开实施例所应用的场景：

场景一、

（1）注册过程：用户可通过手机完成人脸注册，即由手机上设置的摄像头拍摄的人脸图像进行注册流程，由于手机通常设置的是可见光摄像头（如 RGB 摄像头），因此注册的人脸图像就是 RGB 摄像头拍摄的第二人脸图像。然后将注册的人脸图像通过手机或经手机通过服务器发送给车载设备，车载设备存储该注册的人脸图像，即车载设备存储第二人脸图像。或者，用户可通过手机上设置的可见光摄像头拍摄得到第二人脸图像，然后将该第二人脸图像发送给服务器或车载设备，从而在服务器或车载设备上完成对第二人脸图像的注册，注册完成后保存基于第二人脸图像提取的第二人脸特征。

（2）识别过程：用户通过车载设备采集需要识别的人脸图像（即第一人脸图像），车载设备上可设置有红外摄像头，由此经红外摄像头拍摄的如 IR 人脸图像可作为待进行人脸识别的图像，即第一人脸图像。该车载设备提取 IR 图像的人脸特征，然后将 IR 图像的人脸特征和已注册的 RGB 图像的人脸特征进行比对，从而来确定待识别的用户和已注册的用户是否是同一人。

可理解，本公开实施例所示出的场景一可应用于驾驶员状态监控系统、乘车管理系统、租车管理系统以及网约车管理系统等等。如对于驾驶员状态监控系统来说，该系统常常包括人脸识别、驾驶员动作检测、驾驶员疲劳检测以及驾驶员注意力监控等几个模块。因此上述系统在人脸识别阶段可通过场景一所示的方法来进行人脸识别，从而确定驾驶员的身

份或者租赁车辆的人的身份等等。

场景二、

本公开实施例所提供的人脸识别方法还可应用于小区门禁管理系统以及安防布控系统等等，如以小区门禁管理系统为例：

5 (1) 注册过程：用户（某小区内的住户）可通过手机进行人脸注册，即由手机上设置的可见光摄像头（如 RGB 摄像头）获取该用户的人脸图像即第二人脸图像。然后将注册的人脸图像通过手机或经手机通过服务器发送给门禁控制设备，门禁控制设备存储该第二人脸图像。或者，用户可通过手机上设置的可见光摄像头拍摄得到第二人脸图像，然后将该第二人脸图像发送给门禁控制设备，从而由该门禁控制设备完成对第二人脸图像的注册，注册完成后保存基于该第二人脸图像提取的第二人脸特征。

10 (2) 识别过程：用户需要进入小区时，门禁控制设备可通过红外摄像头（如 IR 摄像头）来获取该用户的人脸图像即第一人脸图像。然后该门禁控制设备提取第一人脸图像的人脸特征得到第一人脸特征，该门禁控制将通过 IR 摄像头拍摄的第一人脸图像也即 IR 图像的人脸特征与已注册的通过 RGB 摄像头拍摄的 RGB 图像的人脸特征进行对比，从而来
15 确定待进入小区的用户与已注册的用户是否为同一人。

可理解，以上仅为本公开实施例示出的一些场景，在具体实现中，本公开实施例所提供的方法还可应用于更多的场景中，如本公开实施例所提供的方法还可应用于终端解锁如手机解锁以及银行身份认证系统中等等，本公开实施例不作限定。如对于手机解锁应用来说，用户可通过手机进行人脸注册，然后在每一次使用手机的过程中，该手机均可执行本
20 公开实施例所提供的方法从而实现对人脸图像的识别。可理解，人脸注册时的手机与人脸识别时的手机可为不同的手机，即人脸注册时的手机中的摄像头与人脸识别时的手机中的摄像头类型可不同。又如对金融身份认证系统即银行身份认证系统来说，用户在开银行账号时，可通过银行终端来进行人脸注册，然后在后续办理银行业务的过程中，其他银行终端可执行本公开实施例所提供的方法从而实现对人脸图像的识别，以确保用户银行业务的
25 安全性。其中，人脸注册时的银行终端与人脸识别时的银行终端中的摄像头类型可不同。

因此，不应将本公开实施例所示出的场景理解为对本公开实施例的限定。

本公开申请人在实践本公开实施例过程中进一步发现，同一个人通过 RGB 摄像头和 IR 摄像头拍摄两张人脸图像，然后用这两张图像形成 RGB 图像、IR 图像和 RGB 与红外图像的混合图像这 3 组混合比较组合，经过同一个神经网络得到的相似度可能存在差异。
30 同时，两个不同的人分别通过 RGB 摄像头和 IR 摄像头拍摄四张人脸图像，然后用这四张人脸图像组成不同的图像组合，如用户 1RGB 图像与用户 2RGB 图像，用户 1IR 图像与用户 2IR 图像，用户 1RGB 图像与用户 2IR 图像，用户 1IR 图像与用户 2RGB 图像。这 4 组混合比较组合，经过同一个神经网络得到的相似度也可能存在差异。

由此，本公开实施例提供了一种训练神经网络（neural network，NN）的技术方案，可
35 有效减小甚至避免上述所出现的问题。可理解，本公开实施例中的神经网络可包括深度神经网络（deep neural network，DNN）、卷积神经网络等等，本公开实施例对于该神经网络的具体形式不作限定。

以下将详细介绍本公开实施例提供的训练神经网络的技术方案。

参见图 2，图 2 是本公开实施例提供的一种神经网络训练方法的流程示意图，该神经网络训练方法可应用于神经网络训练装置，以及该神经网络训练方法还可应用于电子设备，该电子设备可包括服务器或终端设备，该终端设备可包括手机、平板电脑、台式电脑、个人掌上电脑、车载设备、车载机器人等等，本公开实施例对于该电子设备的具体形式不作唯一性限定。可理解，该神经网络的训练方法还可应用于人脸识别装置中。也就是说，图 2 所示的方法与图 1 所示的方法可以由同一类型的电子设备执行，也可以由不同类型的电子设备执行等等，本公开实施例不作限定。其中，同一类型的电子设备执行，也就是说，图 1 所示的方法由终端设备执行，图 2 所示的方法也可由终端设备执行。又或者，图 2 所示的方法可以与图 1 所示的方法由同一个设备执行等等，本公开实施例不作限定。

以下将神经网络训练过程中使用到的训练图像称为图像样本，图像样本包括有标注信息，标注信息可包括但不限于以下至少之一：图像中的人脸 ID（也可理解为人脸标注信息），图像的类型等，其中，对应相同人的人脸 ID 相同，图像的类型用于表征图像采集对应的摄像头类型。如图 2 所示，该神经网络训练方法包括：

201、获取第一类型图像样本和第二类型图像样本，第一类型图像样本和第二类型图像样本由不同类型的摄像头拍摄得到，且第一类型图像样本和第二类型图像样本中包括人脸。

本公开实施例中，第一类型图像样本中至少包括人脸的图像，第二类型图像样本中至少包括人脸的图像，且该第一类型图像样本与该第二类型图像样本由不同类型的摄像头得到。如第一类型图像样本由 RGB 摄像头得到，则第二类型图像样本则可由其他类型摄像头如 IR 摄像头得到。可理解，对于不同类型的摄像头的具体实施方式可参考图 1 所示的方式，这里不再一一赘述。

可理解，该第一类型图像样本的数量，以及该第二类型图像样本的数量本公开实施例不作限定。如该第一类型图像样本的数量以及该第二类型图像样本的数量可以以神经网络的训练程度为衡量标准等等。

202、根据第一类型图像样本和第二类型图像样本训练神经网络。

本公开实施例中，电子设备可通过两种不同类型的摄像头拍摄得到的图像样本来训练神经网络，使得神经网络在训练过程中可以学习到对两类不同图像的特征提取能力。当神经网络训练完成之后，基于训练完成的神经网络可对这两类不同图像中的任一类图像进行特征提取，并且保证特征提取的精度，由此满足基于这两类摄像头进行人脸注册和识别的应用需求。也就是说，在训练神经网络时，不单纯使用一个类型图像样本进行训练，而是使用多个类型图像样本进行训练，从而可使得训练出的神经网络能够有效得到不同类型图像样本的特征。

一个示例中，以监督训练为例，神经网络的训练方法可包括：如将第一类型图像样本和第二类型图像样本输入神经网络，经神经网络对第一类型图像样本和第二类型图像样本进行处理后分别输出神经网络对第一类型图像样本的预测结果和第二类型图像样本的预测结果（即每个图像样本的人脸预测结果）。然后通过预定的损失函数计算图像样本的人脸预测结果和图像样本的标注信息（即真实的人脸标注信息）之间的损失；即通过预定的损失函数计算第一类型图像样本的预测结果与标注信息之间的损失，以及第二类型图像样

本的预测结果与标注信息之间的损失。从而将该损失反向回传到神经网络，神经网络根据反向回传的损失调整如卷积核、权重等网络参数的参数值。一般来说，在进行调整后，可再输入其他的第一类型图像样本和其他的第二类型图像样本，重复上述训练过程，如此反复，直至满足预定的训练完成条件（如损失小于预定阈值，或迭代训练次数超过设置次数等等）。可理解，以上仅为本公开实施例提供的一种训练过程，在具体实现中，可能还包括其他方法等，本公开实施例不作限定。

一个示例中，根据第一类型图像样本和第二类型图像样本训练神经网络包括：

将第一类型图像样本和第二类型图像样本配对，得到第一类型图像样本和第二类型图像样本的混合类型图像样本；

10 根据第一类型图像样本、第二类型图像样本和混合类型图像样本，训练神经网络。

本实施例中，第一类型图像样本和第二类型图像样本配对，也就是说，混合类型图像样本中每对混合类型图像样本包括第一类型图像样本和第二类型图像样本，由此形成两种不同类型的训练用图像样本。其中，通过第一类型图像样本、第二类型图像样本以及混合类型图像样本来训练神经网络，使得该神经网络不单可以学习到各单一类型的图像的特征提取能力，还可以更好地共同学习到这两类不同类型的图像的特征提取能力，提高神经网络特征提取的准确度，使得训练完成的神经网络能够有效地应用于本公开实施例所提供的人脸识别方法。

一个示例中，根据第一类型图像样本、第二类型图像样本和混合类型图像样本，训练神经网络，包括：

20 通过神经网络获取第一类型图像样本的人脸预测结果、第二类型图像样本的人脸预测结果和混合类型图像样本的人脸预测结果；

根据第一类型图像样本的人脸预测结果和人脸标注结果的差异、第二类型图像样本的人脸预测结果和人脸标注结果之间的差异、以及混合类型图像样本的人脸预测结果和人脸标注结果的差异，训练神经网络。

25 本实施例中，电子设备可通过神经网络分别获取第一类型图像样本的人脸预测结果、第二类型图像样本的人脸预测结果以及混合类型图像样本的人脸预测结果。然后基于该第一类型图像样本的人脸预测结果和人脸标注结果的差异、第二类型图像样本的人脸预测结果和人脸标注结果之间的差异、以及混合类型图像样本的人脸预测结果和人脸标注结果的差异，训练神经网络。如可基于第一类型图像样本的人脸预测结果与人脸标注结果之间的损失来训练神经网络，以及基于第二类型图像样本的人脸预测结果与人脸标注结果之间的损失来训练神经网络，以及基于混合类型图像样本的人脸预测结果与人脸标注结果之间的损失来训练神经网络。可理解，对于具体的训练方法可参考前述实施例的描述，这里不再一一详述。

35 一个示例中，为进一步提高神经网络提取人脸特征的准确度，本公开实施例还提供了一种训练方法，如神经网络中包括第一分类器、第二分类器和混合分类器，通过神经网络获取第一类型图像样本、第二类型图像样本和混合类型图像样本的人脸预测结果，包括：

将第一类型图像样本的特征输入至第一分类器中，得到第一类型图像样本的人脸预测结果；

将第二类型图像样本输入至第二分类器中，得到第二类型图像样本的人脸预测结果；
将混合类型图像样本的特征输入至混合分类器中，得到混合类型图像样本的人脸预测结果。

5 本实施例中，分类器可用于对不同类型图像样本的人脸预测结果进行分类，如通过分类器可得到输入该分类器的图像样本的人脸预测结果，从而可根据分类器的输出确定损失进而反向回传至神经网络，训练该神经网络。一个示例中，可分别通过第一分类器来输出第一类型图像样本的人脸预测结果，第二分类器来输出第二类型图像样本的人脸预测结果以及混合分类器来输出混合类型图像样本的人脸预测结果。通过与图像样本的类型相对应的分类器来输出人脸预测结果，可有效提高分类器输出人脸预测结果的准确度，进而基于
10 分类器的输出结果提高支持混合类型图像特征提取的神经网络训练的精准度，提高神经网络对不同类型图像人脸特征提取的准确性和鲁棒性。

其中，根据第一类型图像样本、第二类型图像样本和混合类型图像样本，训练神经网络的具体实现方式可如图 3 所示 图 3 是本公开实施例提供的一种训练过程示意图。其中，以第一类型图像样本为 RGB 图像样本，RGB 图像样本库包括的各图像样本均为 RGB 图像
15 样本；第二类型图像样本为 IR 图像样本，IR 图像样本库包括的各图像样本均为 IR 图像样本；混合类型图像样本为 RGB&IR 图像样本为例，混合类型图像样本库中包括部分 RGB 图像样本和部分 IR 图像样本，表示为 RGB&IR 图像样本。同时，以第一分类器为 RGB 分类器、第二分类器为 IR 分类器以及混合分类器为 RGB&IR 分类器为例，其中：RGB 分类器用于对 RGB 图像样本库中的 RGB 图像样本进行分类，某 RGB 图像样本的分类结果表示该 RGB 图像样本中的人脸属于 RGB 图像样本库中各人脸 ID 类别的概率；IR 分类器用于对 IR 图像样本库中的 IR 图像样本进行分类，某 IR 图像样本的分类结果表示该 IR 图像
20 样本中的人脸属于 IR 图像样本库中各人脸 ID 类别的概率；RGB&IR 分类器用于对混合类型图像样本库中的 RGB 图像样本和 IR 图像样本进行分类，某 RGB&IR 图像样本表示该图像样本中的人脸属于混合类型图像样本库中各人脸 ID 类别的概率。其中，RGB&IR 图像
25 样本中“&”可表示输入至混合分类器即 RGB&IR 分类器的图像样本可能为 RGB 类型的图像样本，也可能为 IR 类型的图像样本。因此，不应将本公开中的“&”理解为对本公开具有限定意义。

如图 3 所示，RGB 图像样本、IR 图像样本和 RGB&IR 图像样本分别输入至神经网络之后，该神经网络便可通过特征提取器输出 RGB 图像样本的特征、IR 图像样本的特征以及
30 RGB&IR 图像样本的特征。而后将 RGB 图像样本的特征、IR 图像样本的特征以及 RGB&IR 图像样本的特征分别输入至 RGB 分类器、IR 分类器和 RGB&IR 分类器。由此，由该神经网络通过分类器输出各个图像样本的人脸预测结果，该各个图像样本的人脸预测结果与各个图像样本的人脸标注结果进行比较，即得到各个图像样本的人脸预测结果与各个图像样本的人脸标注结果的损失，再将该损失反向传播至整个神经网络，训练整个神经网络。本实施例中，通过在神经网络中加入分类器，通过分类器来辅助训练整个神经网络，
35 可使得训练完成的神经网络能够准确且有效地提取出不同类型图像的特征，从而提高人脸识别的准确度以及效率。

可理解，在通过第一分类器、第二分类器和混合分类器完成对整个神经网络的训练之

后，图 2 所示的方法还包括：

在训练完成的所述神经网络中去除第一分类器、第二分类器和混合分类器，得到用于进行人脸识别的神经网络。

也就是说，第一分类器、第二分类器和混合分类器可以用来辅助训练神经网络，但是在具体应用中，如应用本公开实施例所提供的方法通过神经网络对人脸识别的过程中，该神经网络中可以不包括该第一分类器、第二分类器以及混合分类器，由此，在神经网络训练装置训练完成之后，可以将神经网络中的第一分类器、第二分类器和混合分类器去除。

本公开实施例中，通过采用不同类型摄像头拍摄得到的图像来训练神经网络，可有效提高该神经网络输出特征的效率，减少甚至避免了不同类型图像经过同一神经网络来提取特征导致的相似度差异。

一个示例中，为了得到图 1 所示的用于确定归一化后的参考相似度的阈值信息，本公开实施例还提供了一种阈值信息获取方法，如下所示：

根据第一类型图像样本、第二类型图像样本和混合类型图像样本，训练神经网络之后，图 2 所示的方法还包括：

获取第一类型图像和第二类型图像，第一类型图像与第二类型图像由不同的摄像头获得；

根据第一类型图像和第二类型图像，获取正样本对和负样本对，每个正样本对包括两个图像，且每个正样本对中两个图像中的人脸对应相同的人；每个负样本对包括两个图像，且每个负样本对中两个图像中的人脸对应不同的人；

经训练完成后的神经网络分别确定正样本对的相似度和负样本对的相似度；

根据正样本对的相似度和负样本对的相似度以及预设不同的误报率，确定阈值信息，阈值信息中包括第一阈值和第二阈值。

本实施例中，第一类型图像中至少包括人脸的图像，第二类型图像中至少包括人脸的图像，且该第一类型图像和该第二类型图像由不同类型的摄像头得到。如可通过 RGB 摄像头获取若干人的 RGB 图像，以及通过 IR 摄像头获取若干人的 IR 图像，如包括 N 个人，每个人包括 M 张 RGB 图像以及 M 张 IR 图像。该 M 和 N 均为大于或等于 2 的整数。

一个示例中，根据第一类型图像和第二类型图像，获取正样本对，包括：

将第一类型图像进行配对，得到第一类型图像的正样本对；

以及将第二类型图像进行配对，得到第二类型图像的正样本对；

以及将第一类型图像和第二类型图像配对，得到混合图像的正样本对。

本实施例中，如以包括 N 个人，每个人包括 M 张 RGB 图像以及 M 张 IR 图像为例，则将每个人包括的 M 张 RGB 图像进行配对，得到 $M * (M - 1) / 2$ 个 RGB 正样本对；将每个人包括的 M 张 IR 图像进行配对，得到 $M * (M - 1) / 2$ 个 IR 正样本对；将每个人包括的 M 张 RGB 图像和 M 张 IR 图像进行配对，得到 $M * M$ 个 RGB&IR 正样本对。

对于负样本对则可以将每个人的图像与其他不同人的图像配对，构成负样本对。如以第一用户和第二用户为例，则该负样本对可包括第一用户的 IR 图像、第二用户的 IR 图像；第一用户的 RGB 图像、第二用户的 RGB 图像；以及第一用户的 IR 图像、第二用户的 RGB 图像。

得到正负样本和负样本对之后，便可在图 2 所示的训练的神经网络上测试，如通过训练完成的神经网络输出正样本对的人脸特征以及负样本对的人脸特征，根据该正样本对的人脸特征获得该正样本对的相似度，以及根据该负样本对的人脸特征获得该负样本对的相似度。从而来获得不同误报率下的通过率和对应的阈值。具体的，如在已获得正样本对的相似度以及负样本对的相似度的情况下，根据目标误报率，从各个样本对的相似度中找出相似度最低的样本对，且该相似度最低的样本对属于误报的样本对；从而可将该相似度最低的样本对所对应的相似度作为该目标误报率对应的阈值。可理解，目标误报率可理解为预先设置或选取的一个误报率，本公开实施例对于该目标误报率的具体取值不作限定。

如表 1 所示，表 1 是本公开实施例提供的一种阈值信息。

表 1

误报率	1e-1	1e-2	...	1e-n
通过率	tpr1	tpr2	...	tpr (n)
阈值	T(1)	T(2)	...	T(n)

其中，误报率可由电子设备自主设置等等，本公开实施例对于该误报率的具体取值不作限定。

举例来说，目标误报率为 0.00001，正样本对和负样本对一共有 1000000 对，则可知误报的样本对共有 10 对。则可以从正样本对和负样本对中找出该 10 对误报的样本对，然后从中选取出相似度最低的样本对，由此该相似度最低的样本对的相似度即为目标误报率所对应的阈值。如对于表 1 来说，与目标误报率 0.00001 对应的阈值为 T (5)。可理解，本公开实施例对于如何选取出相似度最低的样本对的方法不作限定，如可通过排序法来获取该相似度最低的样本对等等。以及表 1 所示的各个对应关系仅为一种示例，对于具体的取值本公开实施例不作限定。

本实施例中，在训练完成神经网络之后，再根据大量的图像来对该神经网络进行测试，从而得到不同误报率下的阈值，即可得到阈值信息，进而使得在应用该神经网络时，可以根据不同的误报率来采用不同的阈值信息（如第一阈值和第二阈值）来确定归一化后的参考相似度。可理解，对于表 1 的具体应用可参考图 1 所示的实现方式，如电子设备可根据表 1 中的阈值信息以及电子设备得到的第一人脸特征与第二人脸特征的参考相似度，确定归一化后的参考相似度，从而根据归一化后的参考相似度确定该第一人脸特征与该第二人脸特征是否对应相同人。

可理解，以上各个实施例各有侧重，一个实施例中未详尽描述的实现方式，可对应参考其他实施例的实现方式，这里不再一一详述。

上述详细阐述了本公开实施例的方法，下面提供了本公开实施例的装置及电子设备，鉴于简洁描述的考虑，装置中在技术原理、技术效果等方面下文未详述的部分，可参见上文中方法实施例的相应记载，不再赘述。

参见图 4，图 4 是本公开实施例提供的一种人脸识别装置的结构示意图，该人脸识别装置可用于执行图 1 所示的人脸识别方法。如图 4 所示，该人脸识别装置包括：

第一获取单元 401，用于通过第一摄像头获取第一人脸图像；

第一提取单元 402，用于提取第一人脸图像的第一人脸特征；

对比单元 403，用于将第一人脸特征与第二人脸特征进行对比，获得参考相似度，第二人脸特征经第二摄像头获取的第二人脸图像的特征提取而得，第二摄像头与第一摄像头属于不同类型的摄像头；

5 确定单元 404，用于根据参考相似度确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人。

本公开申请人在实现本公开实施例过程中发现，传统的人脸识别方法往往限制认证的图像类型和注册的图像类型为相同的图像类型，如注册过程采用 RGB 图像，则认证过程也需采用 RGB 图像，由此限制了传统人脸识别方案在涉及多类摄像头场景中的应用。本公开实施例为涉及多类摄像头的场景提供了人脸识别解决方案，实施本公开实施例中，通过
10 将一类类型摄像头获取第二人脸图像的人脸图像作为底库特征，通过另一类型摄像头获取的第一人脸图像的人脸特征与底库特征进行比对，根据比对结果实现人脸识别，使得本公开实施例所提供的人脸识别方法应用于更多的场景，不仅方便人脸认证，而且对于人脸注册时的摄像头也不作限定，提高了人脸注册的便利性。

15 一个示例中，第一摄像头为热成像摄像头，第二摄像头为可见光摄像头；或者，第一摄像头为可见光摄像头，第一摄像头为热成像摄像头。

一个示例中，确定单元 404，具体用于根据参考相似度、参考误报率以及相似度阈值确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人；其中，不同的误报率对应不同的相似度阈值。

20 实施本公开实施例，通过不同的误报率得到不同的相似度阈值，从而来确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人，避免了采用固定的相似度阈值的方式对人脸进行认证的方案，从而可以动态的来确定用于衡量两个人脸图像之间关系的相似度，提高了人脸认证或人脸识别的效率以及准确度。

一个示例中，确定单元 404，具体用于根据参考相似度以及阈值信息确定归一化后的
25 参考相似度；以及根据归一化后的参考相似度确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人。

本公开实施例中，通过参考相似度以及预置信息来确定归一化后的参考相似度，从而根据该归一化后的参考相似度来确定第一人脸特征与第二人脸特征是否对应相同人。有效改进了采用固定阈值的方式来对人脸进行识别的方案，从而可以动态的来确定用于衡量两
30 个人脸图像之间关系的相似度（即归一化后的参考相似度），提高了人脸识别的效率以及准确度。

一个示例中，第一提取单元 402，具体用于将第一人脸图像输入预先训练完成的神经网络，通过神经网络输出第一人脸图像的第一人脸特征；其中，神经网络基于第一类型图像样本和第二类型图像样本训练得到，第一类型图像样本和第二类型图像样本由不同类型
35 的摄像头拍摄得到，且第一类型图像样本和第二类型图像样本中包括人脸。

本公开实施例中，通过不同类型的图像样本训练神经网络，从而再应用该神经网络如对人脸进行识别等等，提高了人脸识别的效率以及准确度。

一个示例中，神经网络基于第一类型图像样本、第二类型图像样本和混合类型图像样

本训练得到，混合类型图像样本由第一类型图像样本和第二类型图像样本配对而得。

一个示例中，第一摄像头包括车载摄像头，第一获取单元 401，具体用于通过车载摄像头获取第一人脸图像，第一人脸图像包括车辆的用车人的人脸图像。

本公开实施例可有效应用于驾驶员监控系统，从而提高对驾驶员的人脸识别效率。

5 一个示例中，用车人包括驾驶车辆的人、乘坐车辆的人、对车辆进行修理的人、给车辆加油的人以及控制车辆的人中的一项或多项。

一个示例中，在所述用车人包括驾驶车辆的人的情况下，第一获取单元 401，具体用于在接收到触发指令的情况下，通过车载摄像头获取第一人脸图像；

10 或者，第一获取单元 401，具体用于在车辆运行时，通过车载摄像头获取第一人脸图像；

或者，第一获取单元 401，具体用于在车辆的运行速度达到参考速度的情况下，通过车载摄像头获取第一人脸图像。

一个示例中，第二人脸图像为对用车人进行人脸注册的图像，如图 5 所示，人脸识别装置还包括：

15 第二获取单元 405，用于通过第二摄像头获取第二人脸图像；

第二提取单元 406，用于提取第二人脸图像的第二人脸特征；

保存单元 407，用于保存第二人脸图像的第二人脸特征。

需要说明的是，各个单元的实现还可以对应参照图 1 所示的方法实施例的相应描述。

20 参见图 6，图 6 是本公开实施例提供的一种神经网络训练装置的结构示意图，该神经网络训练装置可用于执行图 2 所示的人脸识别方法。如图 6 所示，该神经网络训练装置包括：

获取单元 601，用于获取第一类型图像样本和第二类型图像样本，第一类型图像样本和第二类型图像样本由不同类型的摄像头拍摄得到，且第一类型图像样本和第二类型图像样本中包括人脸；

25 训练单元 602，用于根据第一类型图像样本和第二类型图像样本训练神经网络。

本公开实施例中，通过采用不同类型摄像头拍摄得到的人脸图像来训练神经网络，可有效提高该神经网络输出人脸特征的准确度；同时在进行人脸识别，应用该神经网络提取人脸特征时，还有效提高了人脸识别的准确度。

一个示例中，如图 7 所示，训练单元 602 包括：

30 配对子单元 6021，用于将第一类型图像样本和第二类型图像样本配对，得到第一类型图像样本和第二类型图像样本的混合类型图像样本；

训练子单元 6022，用于根据第一类型图像样本、第二类型图像样本和混合类型图像样本，训练神经网络。

35 本实施例中，第一类型图像样本和第二类型图像样本配对，也就是说，混合类型图像样本中每对混合类型图像样本包括第一类型图像样本和第二类型图像样本，由此形成两种不同类型的训练用图像样本。其中，通过第一类型图像样本、第二类型图像样本以及混合类型图像样本来训练神经网络，使得该神经网络不单可以学习到各单一类型的图像的特征提取能力，还可以更好地共同学习到这两类不同类型的图像的特征提取能力，提高神经网络

络特征提取的准确度，使得训练完成的神经网络能够有效地应用于本公开实施例所提供的人脸识别方法。

一个示例中，训练子单元 6022，具体用于通过神经网络获取第一类型图像样本的人脸预测结果、第二类型图像样本的人脸预测结果和混合类型图像样本的人脸预测结果；以及根据第一类型图像样本的人脸预测结果和人脸标注结果的差异、第二类型图像样本的人脸预测结果和人脸标注结果之间的差异、以及混合类型图像样本的人脸预测结果和人脸标注结果的差异，训练神经网络。

一个示例中，神经网络中包括第一分类器、第二分类器和混合分类器，训练子单元 6022，具体用于将第一类型图像样本的特征输入至第一分类器中，得到第一类型图像样本的人脸预测结果；以及将第二类型图像样本输入至第二分类器中，得到第二类型图像样本的人脸预测结果；以及将混合类型图像样本的特征输入至混合分类器中，得到混合类型图像样本的人脸预测结果。

一个示例中，如图 8 所示，上述装置还包括：

神经网络应用单元，用于在训练完成的神经网络中去除第一分类器、第二分类器和混合分类器，得到用于进行人脸识别的神经网络。

需要说明的是，各个单元的实现还可以对应参照图 2 所示的方法实施例的相应描述。

请参见图 9，图 9 是本公开实施例提供的一种电子设备的结构示意图。如图 9 所示，该电子设备包括处理器 901、存储器 902 和输入输出接口 903，所述处理器 901、存储器 902 和输入输出接口 903 通过连接线相互连接，该连接线可包括总线等等。

输入输出接口 903，可用于输入数据和/或信号，以及输出数据和/或信号。

存储器 902 包括但不限于是随机存储记忆体（random access memory，RAM）、只读存储器（read-only memory，ROM）、可擦除可编程只读存储器（erasable programmable read only memory，EPROM）、或便携式只读存储器（compact disc read-only memory，CD-ROM），该存储器 902 用于相关指令及数据。

处理器 901 可以是一个或多个，所述一个或者多个处理器可以为：一个或者多个中央处理器（central processing unit，CPU），和/或，一个或多个加速单元等。CPU 可以是单核 CPU，也可以是多核 CPU。加速单元可包括但不限于图像处理器（graphics processing unit，GPU）、可编程逻辑单元（field-programmable gate array，FPGA）等。

可理解，本公开实施例所提供的处理器还可以是其他类型的处理器，本公开实施例对于该处理器的类型不作唯一性限定。以及本公开实施例提供的存储器还可以是其他类型的存储器等等，本公开实施例对于该存储器的类型也不作限定。

一个示例中，各个操作的实现还可以对应参照图 1 所示的方法实施例的相应描述。以及各个操作的实现还可对应参考图 2 所示的方法实施例的相应描述。或者，各个操作的实现还可对应参考图 4 和图 5 所示的实施例的相应描述。以及各个操作的实现还可对应参考图 6 至图 8 所示的实施例的相应描述。

如在一个实施例中，处理器 901 可用于执行步骤 101 至步骤 104 所示的方法。作为一种示例，处理器还可用于控制输入输出接口来获取第一人脸图像等等，本公开实施例对于如何获取第一人脸图像不作唯一性限定。

又如在一个实施例中，处理器还可用于在执行步骤 201 和步骤 202 所示的方法。

又如处理器 901 还可用于执行第一获取单元 401、第一提取单元 402、对比单元 403、确定单元 404 所执行的方法等等。

又如处理器 901 还可用于执行获取单元 601 和训练单元 602 所执行的方法等等。

5 由此，对于图 9 所示的电子设备的具体实现方式，可对应参考前述各个实施例的描述，这里不再一一详述。

本公开实施例还提供了一种计算机可读存储介质。上述方法实施例中的全部或者部分流程可以由计算机程序来指令相关的硬件完成，该程序可存储于上述计算机存储介质中，该程序在执行时，可包括如上述各方法实施例的流程。计算机可读存储介质可以是前述任
10 一实施例的人脸识别装置或神经网络训练装置的内部存储单元，例如人脸识别装置或神经网络训练装置的硬盘或内存。上述计算机可读存储介质也可以是上述人脸识别装置或神经网络训练装置的外部存储设备，例如上述人脸识别装置或神经网络训练装置上配备的插接式硬盘，智能存储卡（smart media card, SMC），安全数字（secure digital, SD）卡，闪存卡（flash card）等。进一步地，上述计算机可读存储介质还可以既包括上述人脸识别装置或
15 神经网络训练装置的内部存储单元也包括外部存储设备。上述计算机可读存储介质用于存储上述计算机程序以及上述人脸识别装置或神经网络训练装置所需的其他程序和数据。上述计算机可读存储介质还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。

在一个或多个可选实施方式中，本公开实施例还提供了一种计算机程序产品，用于存储计算机可读指令，所述指令被执行时使得计算机执行上述任意实施例中任一所述的方法。
20

该计算机程序产品可以具体通过硬件、软件或其结合的方式实现。在一个可选例子中，所述计算机程序产品具体体现为计算机存储介质，在另一个可选例子中，所述计算机程序产品具体体现为软件产品，例如软件开发包（software development kit, SDK）等等。

在上述实施例中，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。
25 当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述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所述计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本公开实施例所述的流程或功能。所述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。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者通过所述计算机可读存储介质进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机
30 能够存取的任何可用介质或者是包含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。所述可用介质可以是磁性介质，（例如，软盘、硬盘、磁带）、光介质（例如，DVD）、或者半导体介质（例如，固态硬盘（solid state disk, SSD））等。

本公开实施例方法中的步骤可以根据实际需要进行顺序调整、合并和删减。

本公开实施例装置中的模块可以根据实际需要进行合并、划分和删减。

35 以上所述，以上实施例仅用以说明本公开的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本公开进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本公开各实施例技术方案的范围。

权利要求

1、一种人脸识别方法，其特征在于，包括：

通过第一摄像头获取第一人脸图像；

提取所述第一人脸图像的第一人脸特征；

5 将所述第一人脸特征与预先存储的第二人脸特征进行对比，获得参考相似度，所述第二人脸特征经第二摄像头获取的第二人脸图像的特征提取而得，所述第二摄像头与所述第一摄像头属于不同类型的摄像头；

根据所述参考相似度确定所述第一人脸特征与所述第二人脸特征是否对应相同人。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，

10 所述第一摄像头为热成像摄像头，所述第二摄像头为可见光摄像头；

或者，所述第一摄像头为可见光摄像头，所述第二摄像头为热成像摄像头。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述根据所述参考相似度确定所述第一人脸特征与所述第二人脸特征是否对应相同人，包括：

15 根据所述参考相似度、参考误报率以及相似度阈值确定所述第一人脸特征与所述第二人脸特征是否对应相同人；其中，不同的误报率对应不同的相似度阈值。

4、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述根据所述参考相似度确定所述第一人脸特征与所述第二人脸特征是否对应相同人，包括：

根据所述参考相似度以及阈值信息确定归一化后的参考相似度；

20 根据所述归一化后的参考相似度确定所述第一人脸特征与所述第二人脸特征是否对应相同人。

5、根据权利要求 1-4 任一项所述的方法，其特征在于，所述提取所述第一人脸图像的第一人脸特征，包括：

25 将所述第一人脸图像输入预先训练完成的神经网络，通过所述神经网络输出所述第一人脸图像的第一人脸特征；其中，所述神经网络基于第一类型图像样本和第二类型图像样本训练得到，所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本由不同类型的摄像头拍摄得到，且所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本中包括人脸。

6、根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述神经网络基于所述第一类型图像样本、所述第二类型图像样本和混合类型图像样本训练得到，所述混合类型图像样本由所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本配对而得。

30 7、根据权利要求 1-6 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一摄像头包括车载摄像头，所述通过第一摄像头获取第一人脸图像，包括：

通过所述车载摄像头获取所述第一人脸图像，所述第一人脸图像包括车辆的用车人的人脸图像。

35 8、根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述用车人包括驾驶所述车辆的人、乘坐所述车辆的人、对所述车辆进行修理的人、给所述车辆加油的人以及控制所述车辆的人中的一项或多项。

9、根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述用车人包括驾驶所述车辆的人，所述通过所述车载摄像头获取所述第一人脸图像，包括：

在接收到触发指令的情况下，通过所述车载摄像头获取所述第一人脸图像；
或者，在所述车辆运行时，通过所述车载摄像头获取所述第一人脸图像；
或者，在所述车辆的运行速度达到参考速度的情况下，通过所述车载摄像头获取所述第一人脸图像。

5 10、根据权利要求 7-9 任一项所述的方法，其特征在于，所述第二人脸图像为对所述用车人进行人脸注册的图像，所述将所述第一人脸特征与预先存储的第二人脸特征进行对比之前，所述方法还包括：

通过所述第二摄像头获取所述第二人脸图像；

提取所述第二人脸图像的第二人脸特征；

10 保存所述第二人脸图像的第二人脸特征。

11、一种神经网络训练方法，其特征在于，包括：

获取第一类型图像样本和第二类型图像样本，所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本由不同类型的摄像头拍摄得到，且所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本中包括人脸；

15 根据所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本训练神经网络。

12、根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述根据所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本训练神经网络，包括：

将所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本配对，得到所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本的混合类型图像样本；

20 根据所述第一类型图像样本、所述第二类型图像样本和所述混合类型图像样本，训练所述神经网络。

13、根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述根据所述第一类型图像样本、所述第二类型图像样本和所述混合类型图像样本，训练所述神经网络，包括：

25 通过所述神经网络获取所述第一类型图像样本的人脸预测结果、所述第二类型图像样本的人脸预测结果和所述混合类型图像样本的人脸预测结果；

根据所述第一类型图像样本的人脸预测结果和人脸标注结果的差异、所述第二类型图像样本的人脸预测结果和人脸标注结果之间的差异、以及所述混合类型图像样本的人脸预测结果和人脸标注结果的差异，训练所述神经网络。

30 14、根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述神经网络中包括第一分类器、第二分类器和混合分类器，所述通过所述神经网络获取所述第一类型图像样本的人脸预测结果、所述第二类型图像样本的人脸预测结果和所述混合类型图像样本的人脸预测结果，包括：

将所述第一类型图像样本的人脸特征输入至所述第一分类器中，得到所述第一类型图像样本的人脸预测结果；

35 将所述第二类型图像样本的人脸特征输入至所述第二分类器中，得到所述第二类型图像样本的人脸预测结果；

将所述混合类型图像样本的人脸特征输入至所述混合分类器中，得到所述混合类型图像样本的人脸预测结果。

15、根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

在训练完成的所述神经网络中去除所述第一分类器、所述第二分类器和所述混合分类器，得到用于进行人脸识别的神经网络。

16、一种人脸识别装置，其特征在于，包括：

5 第一获取单元，用于通过第一摄像头获取第一人脸图像；

第一提取单元，用于提取所述第一人脸图像的第一人脸特征；

对比单元，用于将所述第一人脸特征与预先存储的第二人脸特征进行对比，获得参考相似度，所述第二人脸特征经第二摄像头获取的第二人脸图像的特征提取而得，所述第二摄像头与所述第一摄像头属于不同类型的摄像头；

10 确定单元，用于根据所述参考相似度确定所述第一人脸特征与所述第二人脸特征是否对应相同人。

17、根据权利要求 16 所述的装置，其特征在于，

所述第一摄像头为热成像摄像头，所述第二摄像头为可见光摄像头；

或者，所述第一摄像头为可见光摄像头，所述第二摄像头为热成像摄像头。

15 18、根据权利要求 16 或 17 所述的装置，其特征在于，

所述确定单元，具体用于根据所述参考相似度、参考误报率以及相似度阈值确定所述第一人脸特征与所述第二人脸特征是否对应相同人；其中，不同的误报率对应不同的相似度阈值。

19、根据权利要求 16 或 17 所述的装置，其特征在于，

20 所述确定单元，具体用于根据所述参考相似度以及阈值信息确定归一化后的参考相似度；以及根据所述归一化后的参考相似度确定所述第一人脸特征与所述第二人脸特征是否对应相同人。

20、根据权利要求 16-19 任一项所述的装置，其特征在于，

25 所述第一提取单元，具体用于将所述第一人脸图像输入预先训练完成的神经网络，通过所述神经网络输出所述第一人脸图像的第一人脸特征；其中，所述神经网络基于第一类型图像样本和第二类型图像样本训练得到，所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本由不同类型的摄像头拍摄得到，且所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本中包括人脸。

30 21、根据权利要求 20 所述的装置，其特征在于，所述神经网络基于所述第一类型图像样本、所述第二类型图像样本和混合类型图像样本训练得到，所述混合类型图像样本由所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本配对而得。

22、根据权利要求 16-21 任一项所述的装置，其特征在于，所述第一摄像头包括车载摄像头，

35 所述第一获取单元，具体用于通过所述车载摄像头获取所述第一人脸图像，所述第一人脸图像包括车辆的用车人的人脸图像。

23、根据权利要求 22 所述的装置，其特征在于，所述用车人包括驾驶所述车辆的人、乘坐所述车辆的人、对所述车辆进行修理的人、给所述车辆加油的人以及控制所述车辆的人中的一项或多项。

24、根据权利要求 22 所述的装置，其特征在于，所述用车人包括驾驶所述车辆的人，所述第一获取单元，具体用于在接收到触发指令的情况下，通过所述车载摄像头获取所述第一人脸图像；

5 或者，所述第一获取单元，具体用于在所述车辆运行时，通过所述车载摄像头获取所述第一人脸图像；

或者，所述第一获取单元，具体用于在所述车辆的运行速度达到参考速度的情况下，通过所述车载摄像头获取所述第一人脸图像。

25、根据权利要求 22-24 任一项所述的装置，其特征在于，所述第二人脸图像为对所述用车人进行人脸注册的图像，所述装置还包括：

10 第二获取单元，用于通过所述第二摄像头获取所述第二人脸图像；

第二提取单元，用于提取所述第二人脸图像的第二人脸特征；

保存单元，用于保存所述第二人脸图像的第二人脸特征。

26、一种神经网络训练装置，其特征在于，包括：

15 获取单元，用于获取第一类型图像样本和第二类型图像样本，所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本由不同类型的摄像头拍摄得到，且所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本中包括人脸；

训练单元，用于根据所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本训练神经网络。

27、根据权利要求 26 所述的装置，其特征在于，所述训练单元包括：

20 配对子单元，用于将所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本配对，得到所述第一类型图像样本和所述第二类型图像样本的混合类型图像样本；

训练子单元，用于根据所述第一类型图像样本、所述第二类型图像样本和所述混合类型图像样本，训练所述神经网络。

28、根据权利要求 27 所述的装置，其特征在于，

25 所述训练子单元，具体用于通过所述神经网络获取所述第一类型图像样本的人脸预测结果、所述第二类型图像样本的人脸预测结果和所述混合类型图像样本的人脸预测结果；以及根据所述第一类型图像样本的人脸预测结果和人脸标注结果的差异、所述第二类型图像样本的人脸预测结果和人脸标注结果之间的差异、以及所述混合类型图像样本的人脸预测结果和人脸标注结果的差异，训练所述神经网络。

30 29、根据权利要求 28 所述的装置，其特征在于，所述神经网络中包括第一分类器、第二分类器和混合分类器，

35 所述训练子单元，具体用于将所述第一类型图像样本的人脸特征输入至所述第一分类器中，得到所述第一类型图像样本的人脸预测结果；以及将所述第二类型图像样本的人脸特征输入至所述第二分类器中，得到所述第二类型图像样本的人脸预测结果；以及将所述混合类型图像样本的人脸特征输入至所述混合分类器中，得到所述混合类型图像样本的人脸预测结果。

30、根据权利要求 29 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

神经网络应用单元，用于在训练完成的所述神经网络中去除所述第一分类器、所述第二分类器和所述混合分类器，得到用于进行人脸识别的神经网络。

31、一种电子设备，其特征在于，包括处理器和存储器，所述处理器和所述存储器耦合；其中，所述存储器用于存储程序指令，所述程序指令被所述处理器执行时，使所述处理器执行权利要求 1-10 任一项所述的方法；和/或，使所述处理器执行权利要求 11-15 任一项所述的方法。

- 5 32、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中存储有计算机程序，所述计算机程序包括程序指令，所述程序指令当被处理器执行时，使所述处理器执行权利要求 1-10 任一项所述的方法；和/或，使所述处理器执行权利要求 11-15 任一项所述的方法。

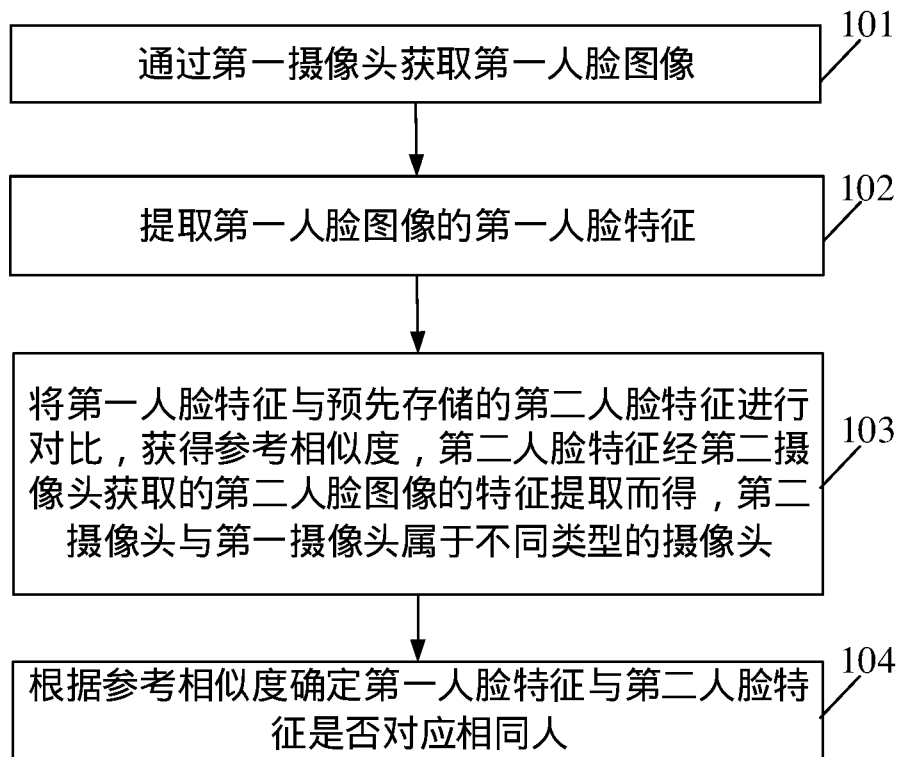


图 1

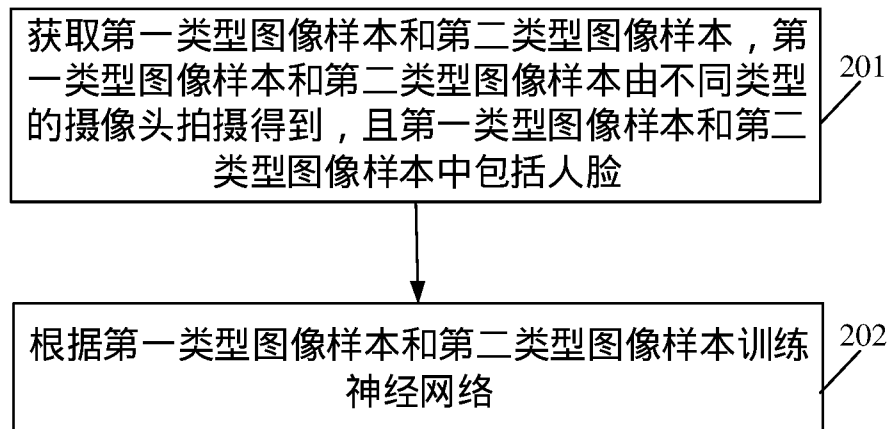


图 2

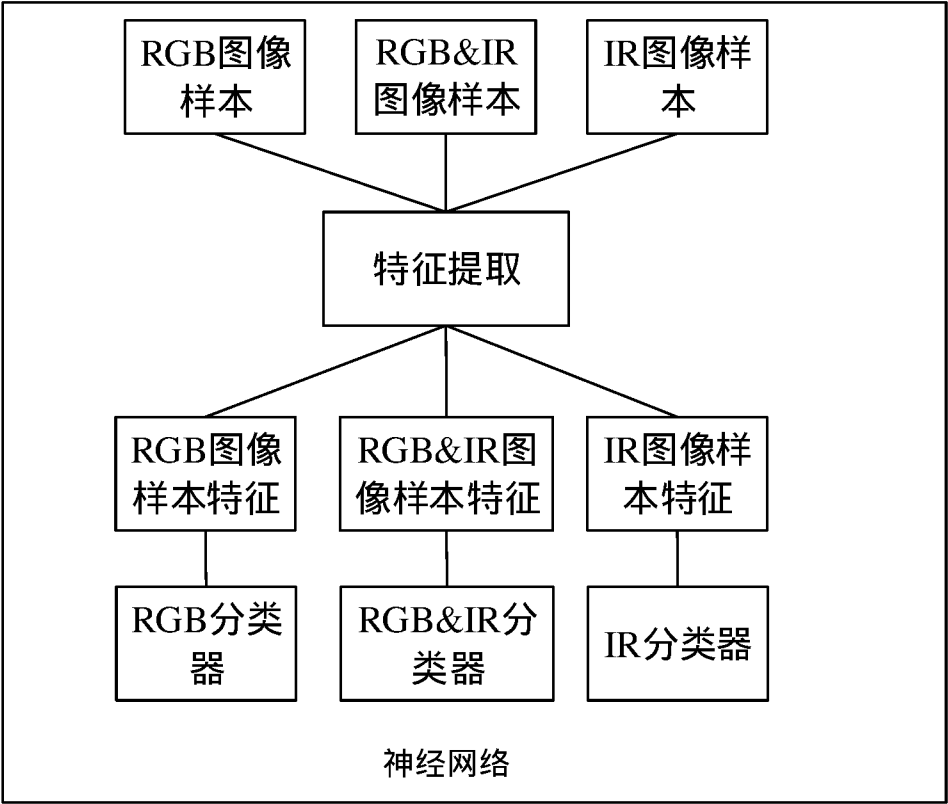


图 3

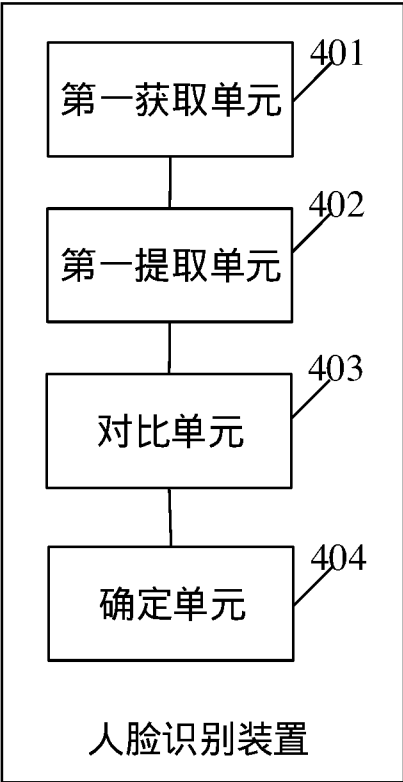


图 4

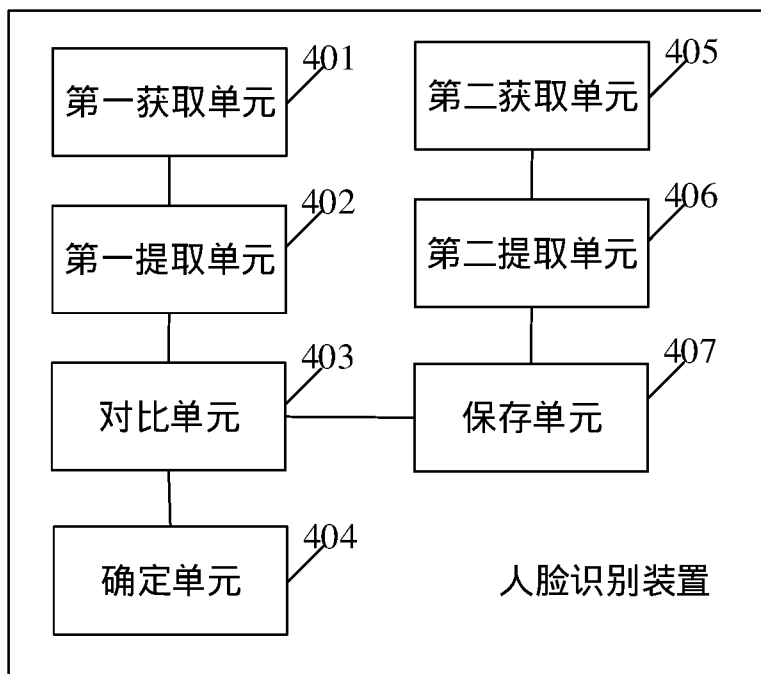


图 5

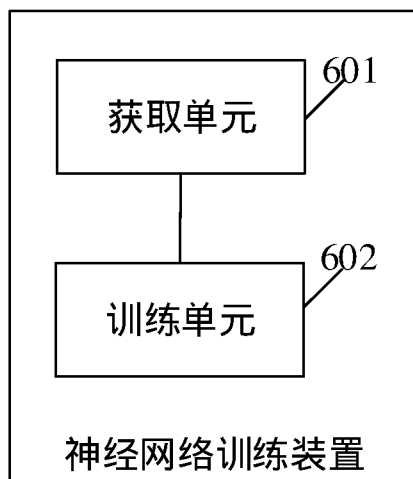


图 6

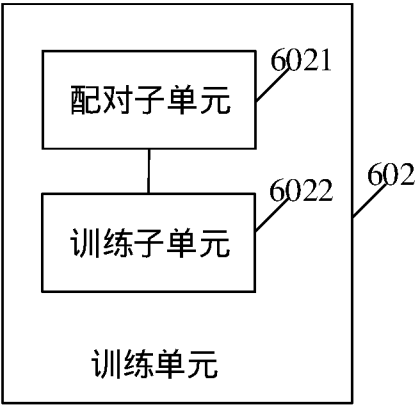


图 7

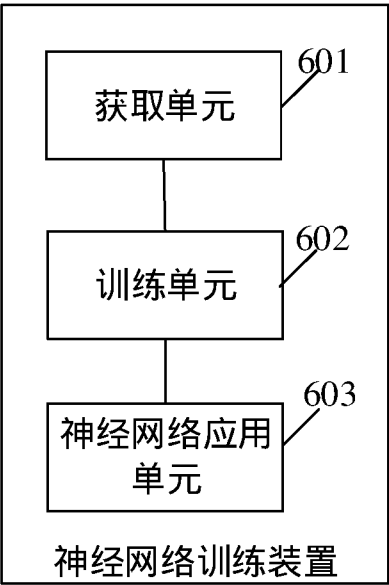


图 8

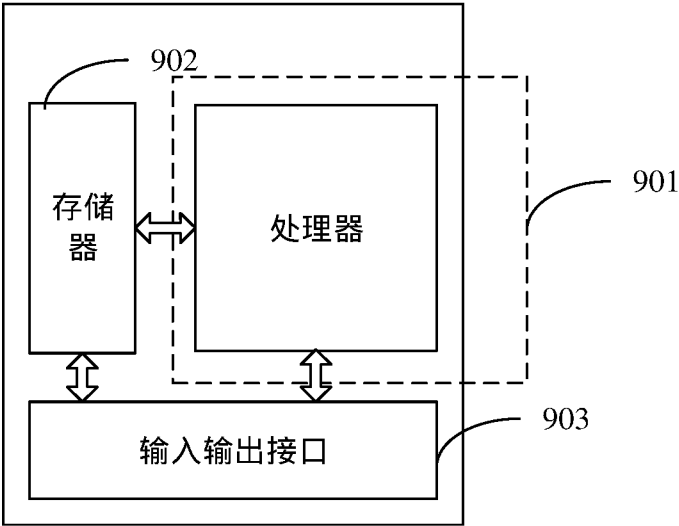


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/114674

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06K 9/00(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																				
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06K 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, GOOGLE: 神经网络, 分类器, 特征, 提取, 训练, 结束, 完成, 删除, 去除, 辅助, 误报率, 相似度, 阈值, 可见光, 红外, 车载, neural network, NN, DNN, CNN, classifier, train, remove, similarity, RGB, IR, vehicle																				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category*</th> <th style="width: 70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width: 20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109886222 A (BEIJING SENSETIME TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 14 June 2019 (2019-06-14) description, paragraphs [0102]-[0269]</td> <td>1-32</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 109241888 A (BEIJING KUANGSHI TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 January 2019 (2019-01-18) description, paragraphs [0031]-[0113]</td> <td>1-13, 16-28, 31, 32</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 109241888 A (BEIJING KUANGSHI TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 January 2019 (2019-01-18) description, paragraphs [0031]-[0113]</td> <td>14, 15, 29, 30</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 109147940 A (BEIJING KUNLUN YIYUN TECHNOLOGY CO., LTD.) 04 January 2019 (2019-01-04) description, paragraph [0045]</td> <td>14, 15, 29, 30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108108711 A (SHENZHEN INTELLIFUSION TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 June 2018 (2018-06-01) entire document</td> <td>1-32</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	PX	CN 109886222 A (BEIJING SENSETIME TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 14 June 2019 (2019-06-14) description, paragraphs [0102]-[0269]	1-32	X	CN 109241888 A (BEIJING KUANGSHI TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 January 2019 (2019-01-18) description, paragraphs [0031]-[0113]	1-13, 16-28, 31, 32	Y	CN 109241888 A (BEIJING KUANGSHI TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 January 2019 (2019-01-18) description, paragraphs [0031]-[0113]	14, 15, 29, 30	Y	CN 109147940 A (BEIJING KUNLUN YIYUN TECHNOLOGY CO., LTD.) 04 January 2019 (2019-01-04) description, paragraph [0045]	14, 15, 29, 30	A	CN 108108711 A (SHENZHEN INTELLIFUSION TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 June 2018 (2018-06-01) entire document	1-32
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
PX	CN 109886222 A (BEIJING SENSETIME TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 14 June 2019 (2019-06-14) description, paragraphs [0102]-[0269]	1-32																		
X	CN 109241888 A (BEIJING KUANGSHI TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 January 2019 (2019-01-18) description, paragraphs [0031]-[0113]	1-13, 16-28, 31, 32																		
Y	CN 109241888 A (BEIJING KUANGSHI TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 January 2019 (2019-01-18) description, paragraphs [0031]-[0113]	14, 15, 29, 30																		
Y	CN 109147940 A (BEIJING KUNLUN YIYUN TECHNOLOGY CO., LTD.) 04 January 2019 (2019-01-04) description, paragraph [0045]	14, 15, 29, 30																		
A	CN 108108711 A (SHENZHEN INTELLIFUSION TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 June 2018 (2018-06-01) entire document	1-32																		
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.																				
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> * 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 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> "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 </td> </tr> </table>			* 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																
* 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 07 January 2020		Date of mailing of the international search report 23 January 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

International application No.

PCT/CN2019/114674

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108765407 A (SHANGHAI YITU NETWORK SCIENCE & TECH CO., LTD. et al.) 06 November 2018 (2018-11-06) entire document	1-32

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/114674

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109886222	A	14 June 2019	None			
CN	109241888	A	18 January 2019	None			
CN	109147940	A	04 January 2019	CN	109308495	A	05 February 2019
				US	2019050982	A1	14 February 2019
CN	108108711	A	01 June 2018	None			
CN	108765407	A	06 November 2018	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/114674

A. 主题的分类 G06K 9/00 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G06K 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, EPDOC, GOOGLE: 神经网络, 分类器, 特征, 提取, 训练, 结束, 完成, 删除, 去除, 辅助, 误报率, 相似度, 阈值, 可见光, 红外, 车载, neural network, NN, DNN, CNN, classifier, train, remove, similarity, RGB, IR, vehicle																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109886222 A (北京市商汤科技开发有限公司) 2019年 6月 14日 (2019 - 06 - 14) 说明书第[0102]-[0269]段</td> <td>1-32</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 109241888 A (北京旷视科技有限公司) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18) 说明书第[0031]-[0113]段</td> <td>1-13, 16-28, 31-32</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 109241888 A (北京旷视科技有限公司) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18) 说明书第[0031]-[0113]段</td> <td>14-15, 29-30</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 109147940 A (北京昆仑医云科技有限公司) 2019年 1月 4日 (2019 - 01 - 04) 说明书第[0045]段</td> <td>14-15, 29-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108108711 A (深圳云天励飞技术有限公司) 2018年 6月 1日 (2018 - 06 - 01) 全文</td> <td>1-32</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108765407 A (上海依图网络科技有限公司 等) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文</td> <td>1-32</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 109886222 A (北京市商汤科技开发有限公司) 2019年 6月 14日 (2019 - 06 - 14) 说明书第[0102]-[0269]段	1-32	X	CN 109241888 A (北京旷视科技有限公司) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18) 说明书第[0031]-[0113]段	1-13, 16-28, 31-32	Y	CN 109241888 A (北京旷视科技有限公司) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18) 说明书第[0031]-[0113]段	14-15, 29-30	Y	CN 109147940 A (北京昆仑医云科技有限公司) 2019年 1月 4日 (2019 - 01 - 04) 说明书第[0045]段	14-15, 29-30	A	CN 108108711 A (深圳云天励飞技术有限公司) 2018年 6月 1日 (2018 - 06 - 01) 全文	1-32	A	CN 108765407 A (上海依图网络科技有限公司 等) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文	1-32
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 109886222 A (北京市商汤科技开发有限公司) 2019年 6月 14日 (2019 - 06 - 14) 说明书第[0102]-[0269]段	1-32																					
X	CN 109241888 A (北京旷视科技有限公司) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18) 说明书第[0031]-[0113]段	1-13, 16-28, 31-32																					
Y	CN 109241888 A (北京旷视科技有限公司) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18) 说明书第[0031]-[0113]段	14-15, 29-30																					
Y	CN 109147940 A (北京昆仑医云科技有限公司) 2019年 1月 4日 (2019 - 01 - 04) 说明书第[0045]段	14-15, 29-30																					
A	CN 108108711 A (深圳云天励飞技术有限公司) 2018年 6月 1日 (2018 - 06 - 01) 全文	1-32																					
A	CN 108765407 A (上海依图网络科技有限公司 等) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文	1-32																					
☐ 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 2020年 1月 7日		国际检索报告邮寄日期 2020年 1月 23日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 王晓燕 电话号码 86-(10)-53961384																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/114674

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	109886222	A	2019年 6月 14日	无	
CN	109241888	A	2019年 1月 18日	无	
CN	109147940	A	2019年 1月 4日	CN 109308495 A	2019年 2月 5日
				US 2019050982 A1	2019年 2月 14日
CN	108108711	A	2018年 6月 1日	无	
CN	108765407	A	2018年 11月 6日	无	