

(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



(10) 国际公布号

WO 2021/184553 A1

(43) 国际公布日

2021 年 9 月 23 日 (23.09.2021)

(51) 国际专利分类号:

G06K 9/00 (2006.01)

G06N 3/08 (2006.01)

G06N 3/04 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2020/093330

(22) 国际申请日:

2020 年 5 月 29 日 (29.05.2020)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

202010182264.9

2020 年 3 月 16 日 (16.03.2020) CN

(71) 申请人: 平安科技 (深圳) 有限公司 (PING AN TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) [CN/CN];

中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。

(72) 发明人: 陈嘉莉 (CHEN, Jiali); 中国广东省深圳

市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。周超勇 (ZHOU, Chaoyong); 中国广东省深圳市福

田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。刘玉宇 (LIU, Yuyu); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳众鼎专利商标代理事务所 (普通合伙) (SHENZHEN ZHONGDING INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国广东省深圳市罗湖区笋岗东路 3012 号中民时代广场 B 座 7 楼 701 室, Guangdong 518000 (CN)。

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

(54) Title: FACE RECOGNITION MODEL TRAINING METHOD AND APPARATUS, COMPUTER DEVICE, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 人脸识别模型训练方法、装置、计算机设备及存储介质

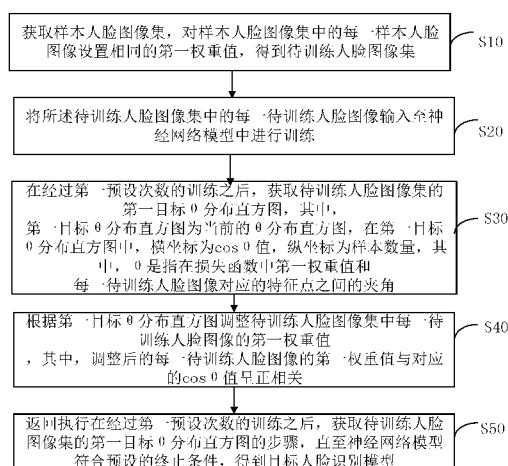


图 2

- S10 Obtain a sample face image set, and set the same first weight value for each sample face image in the sample face image set to obtain a face image set to be trained
- S20 Input each face image to be trained in the face image set into a neural network model for training
- S30 Obtain a first target θ distribution histogram of the face image set after training for a first preset number of times; wherein the first target θ distribution histogram is a current θ distribution histogram. In the first target θ distribution histogram, the abscissa is the $\cos \theta$ value, and the ordinate is the number of samples, wherein θ refers to an included angle between the first weight value and a feature point corresponding to each face image to be trained in a loss function
- S40 Adjust the first weight value of each face image to be trained in the face image set according to the first target θ distribution histogram, wherein the adjusted first weight value of each face image to be trained is in positive correlation with a corresponding $\cos \theta$ value
- S50 Return to execute the steps of obtaining a first target θ distribution histogram of the face image set after training for a first preset number of times until the neural network model satisfies a preset termination condition, so as to obtain a target face recognition model

(57) Abstract: A face recognition model training method and apparatus, a computer device, and a storage medium. The method comprises: setting the same first weight value for a sample face image set to obtain a face image set to be trained; inputting the face image set into a neural network model for training; obtaining a first target θ distribution histogram of the face image set after training for a first preset number of times; adjusting the first weight value of the face image set according to the first target θ distribution histogram, the adjusted first weight value of each face image to be trained being in positive correlation with a corresponding $\cos \theta$ value; and returning to execute the step of obtaining a first target θ distribution histogram of the face image set after training for a first preset number of times until the neural network model satisfies a preset termination condition, so as to obtain a target face recognition model. Therefore, the face recognition precision of the generated target face recognition model is improved.

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: 一种人脸识别模型训练方法、装置、计算机设备及存储介质, 该方法对样本人脸图像集设置相同的第一权重值, 得到待训练人脸图像集; 将待训练人脸图像集输入至神经网络模型中进行训练; 经过第一预设次数的训练之后, 获取待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图; 根据第一目标 θ 分布直方图调整待训练人脸图像集的第一权重值, 调整后的每一待训练人脸图像的第一权重值与对应的 $\cos\theta$ 值呈正相关; 返回执行在经过第一预设次数的训练之后, 获取待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图的步骤, 直至神经网络模型符合预设的终止条件, 得到目标人脸识别模型, 从而提高了生成的目标人脸识别模型的人脸识别精度。

人脸识别模型训练方法、装置、计算机设备及存储介质

本申请以 2020 年 03 月 16 日提交的申请号为 202010182264.9，名称为“人脸识别模型训练方法、装置、计算机设备及存储介质”的中国申请专利申请为基础，并要求其优先权。

技术领域

本申请涉及人工智能技术领域的智能决策领域，尤其涉及一种人脸识别模型训练方法、装置、计算机设备及存储介质。

背景技术

在图像处理领域，如何对样本集进行处理来训练准确率更高的图像模型一直都是研究的重点。样本集是其中的关键因素。目前传统的样本集处理方法大部分都是对样本数据集增强、修剪等，通过对图像样本进行翻转、折叠、加入人为噪声等来加大样本集的数量，或者是对样本数据进行标准化、正则化等。然而，发明人意识到，在人脸图像处理领域，采用传统的样本集处理方法依旧不可避免地会受到图像标签噪声的影响，给训练和模型带来许多负面效果，从而导致生成的人脸识别模型的识别精度较低、且泛化能力弱。

申请内容

本申请实施例提供一种人脸识别模型训练方法、装置、计算机设备及存储介质，以解决人脸识别的精度较低问题。

一种人脸识别模型训练方法，包括：

获取样本人脸图像集，对所述样本人脸图像集中的每一样本人脸图像设置相同的第一权重值，得到待训练人脸图像集；

将所述待训练人脸图像集中的每一待训练人脸图像输入至神经网络模型中进行训练；

在经过第一预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图，其中，所述第一目标 θ 分布直方图为当前的 θ 分布直方图，在所述第一目标 θ 分布直方图中，横坐标为 $\cos \theta$ 值，纵坐标为样本数量，其中， θ 是指在损失函数中第一权重值和每一待训练人脸图像对应的特征点之间的夹角；

根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值，其中，所述调整后的每一待训练人脸图像的所述第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正相关；

返回执行所述在经过第一预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图的步骤，直至所述神经网络模型符合预设的终止条件，得到目标人脸识别模型。

一种人脸识别模型训练装置，包括：

样本人脸图像集获取模块，用于获取样本人脸图像集，对所述样本人脸图像集中的每一样本人脸图像设置相同的第一权重值，得到待训练人脸图像集；

训练模块，用于将所述待训练人脸图像集中的每一待训练人脸图像输入至神经网络模型中进行训练；

第一目标 θ 分布直方图获取模块，用于在经过第一预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图，其中，所述第一目标 θ 分布直方图为当前的 θ 分布直方图，在所述第一目标 θ 分布直方图中，横坐标为 $\cos \theta$ 值，纵坐标为样本数量，

其中， θ 用于反映每一待训练人脸图像为干净样本的概率；

第一调整模块，用于根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值，其中，所述调整后的每一待训练人脸图像的所述第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正相关；

目标人脸识别模型生成模块，用于返回执行所述在经过第一预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图的步骤，直至所述神经网络模型符合预设的终止条件，得到目标人脸识别模型。

一种计算机设备，包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机可读指令，所述处理器执行所述计算机可读指令时实现如下步骤：

获取样本人脸图像集，对所述样本人脸图像集中的每一样本人脸图像设置相同的第一权重值，得到待训练人脸图像集；

将所述待训练人脸图像集中的每一待训练人脸图像输入至神经网络模型中进行训练；

在经过第一预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图，其中，所述第一目标 θ 分布直方图为当前的 θ 分布直方图，在所述第一目标 θ 分布直方图中，横坐标为 $\cos \theta$ 值，纵坐标为样本数量，其中， θ 是指在损失函数中第一权重值和每一待训练人脸图像对应的特征点之间的夹角；

根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值，其中，所述调整后的每一待训练人脸图像的所述第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正相关；

返回执行所述在经过第一预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图的步骤，直至所述神经网络模型符合预设的终止条件，得到目标人脸识别模型。

一个或多个存储有计算机可读指令的可读存储介质，所述计算机可读指令被一个或多个处理器执行时，使得所述一个或多个处理器执行如下步骤：

获取样本人脸图像集，对所述样本人脸图像集中的每一样本人脸图像设置相同的第一权重值，得到待训练人脸图像集；

将所述待训练人脸图像集中的每一待训练人脸图像输入至神经网络模型中进行训练；

在经过第一预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图，其中，所述第一目标 θ 分布直方图为当前的 θ 分布直方图，在所述第一目标 θ 分布直方图中，横坐标为 $\cos \theta$ 值，纵坐标为样本数量，其中， θ 是指在损失函数中第一权重值和每一待训练人脸图像对应的特征点之间的夹角；

根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值，其中，所述调整后的每一待训练人脸图像的所述第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正相关；

返回执行所述在经过第一预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图的步骤，直至所述神经网络模型符合预设的终止条件，得到目标人脸识别模型。

上述人脸识别模型训练方法、装置、计算机设备及存储介质，通过获取样本人脸图像集，对样本人脸图像集中的每一样本人脸图像设置相同的第一权重值，得到待训练人脸图像集；将待训练人脸图像集中的每一待训练人脸图像输入至神经网络模型中进行训练；在经过第一预设次数的训练之后，获取待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图，其中，第一目标 θ 分布直方图为当前的 θ 分布直方图，在第一目标 θ 分布直方图中，横坐标为 $\cos \theta$ 值，样本数量为纵坐标；根据第一目标 θ 分布直方图调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值，其中，调整后的每一待训练人脸图像的第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正相关；返回执行在经过第一预设次数的训练之后，获取待训练人脸图像

集的第一目标 θ 分布直方图的步骤，直至神经网络模型符合预设的终止条件，得到目标人脸识别模型；采用加权样本训练的方法，通过训练生成的 θ 分布直方图，调整每一样本人脸图像的权重值，然后再进行多次重复训练，样本人脸图像的 θ 分布反映了样本人脸图像为干净样本的概率，从而提高了生成的目标人脸识别模型的人脸识别精度。本申请的一个或多个实施例的细节在下面的附图和描述中提出，本申请的其他特征和优点将从说明书、附图以及权利要求变得明显。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对本申请实施例的描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是本申请一实施例中人脸识别模型训练方法的一应用环境示意图；

图 2 是本申请一实施例中人脸识别模型训练方法的一示例图；

图 3 是本申请一实施例中人脸识别模型训练方法的另一示例图；

图 4 是本申请一实施例中人脸识别模型训练方法的另一示例图；

图 5 是本申请一实施例中人脸识别模型训练方法的另一示例图；

图 6 是本申请一实施例中人脸识别模型训练方法的另一示例图；

图 7 是本申请一实施例中人脸识别模型训练装置的一原理框图；

图 8 是本申请一实施例中人脸识别模型训练装置的另一原理框图；

图 9 是本申请一实施例中人脸识别模型训练装置的另一原理框图；

图 10 是本申请一实施例中计算机设备的一示意图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

本申请实施例提供的人脸识别模型训练方法，该人脸识别模型训练方法可应用如图 1 所示的应用环境中。具体地，该人脸识别模型训练方法应用在人脸识别模型训练系统中，该人脸识别模型训练系统包括如图 1 所示的客户端和服务端，客户端与服务端通过网络进行通信，用于解决人脸识别的精度较低问题。其中，客户端又称为用户端，是指与服务端相对应，为客户提供本地服务的程序。客户端可安装在但不限于各种个人计算机、笔记本电脑、智能手机、平板电脑和便携式可穿戴设备上。服务端可以用独立的服务器或者是多个服务器组成的服务器集群来实现。

在一实施例中，如图 2 所示，提供一种人脸识别模型训练方法，以该方法应用在图 1 中的服务端为例进行说明，包括如下步骤：

S10: 获取样本人脸图像集，对样本人脸图像集中的每一样本人脸图像设置相同的第一权重值，得到待训练人脸图像集。

其中，样本人脸图像集指用于进行模型训练的人脸图像数据。可选地，获取样本人脸图像集可先通过预先采集人脸图片作为样本人脸图像集，或者直接从人脸库中获取人脸图片作为样本人脸图像集，例如 AR 人脸库。待训练人脸图像集指对样本人脸图像集中的每一样本人脸图像进行权重设置后的人脸图像数据。

具体地，获取样本人脸图像集，然后对样本人脸图像集中的每一样本人脸图像设置相同的第一权重值，比如：将每一样本人脸图像的第一权重值都设置为 1，从而得到待训练

人脸图像集。在一具体实施例中，由于在采用样本人脸图像集进行训练的开始过程中，神经网络模型还不具备很好的脸部识别能力，即未经训练的神经网络模型并不能很好地将样本人脸图像集中的干净样本和噪声样本区分开。因此，在本步骤中，先将样本人脸图像集中的每一样本人脸图像设置成相同的第一权重值。可以理解地，第一权重值可以为任意数值，只要保证样本人脸图像集中的每一样本人脸图像的第一权重值都相同即可。

S20：将待训练人脸图像集中的每一待训练人脸图像输入至神经网络模型中进行训练。

具体地，将待训练人脸图像集中的每一待训练人脸图像输入至神经网络模型中进行训练。优选地，在本实施例中采用的神经网络模型为 CNN(Convolutional Neural Network，卷积神经网络)。

在一具体实施例中，在将待训练人脸图像集中的每一待训练人脸图像输入至神经网络模型中进行训练的过程中，可利用神经网络对每一待训练人脸图像进行学习，即对每一训练人脸图像进行人脸特征提取，得到各待训练人脸图像的人脸特征。例如：待训练人脸图像的人脸特征可以为人脸五官的关键的特征点、线和面等，从而构成的人脸五官特征。

S30：在经过第一预设次数的训练之后，获取待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图，其中，第一目标 θ 分布直方图为当前的 θ 分布直方图，在第一目标 θ 分布直方图中，横坐标为 $\cos\theta$ 值，纵坐标为样本数量，其中， θ 是指在损失函数中第一权重值和每一待训练人脸图像对应的特征点之间的夹角。

其中，第一预设次数指预先设定的每一待训练人脸图像在神经网络模型中进行训练的次數。第一预设次数可以为一次、两次或者三次等任意次数。

具体地，将待训练人脸图像集中的每一待训练人脸图像输入至神经网络模型中，然后采用随机梯度下降算法 SGD 进行训练，在经过第一预设次数的训练之后，获取待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图。其中，第一目标 θ 分布直方图为在经过第一次预设次数的训练之后，得到的当前的 θ 分布直方图。在第一目标 θ 分布直方图中，横坐标是 $\cos\theta$ 值，纵坐标是样本数量。其中， θ 是指在损失函数中第一权重值和每一待训练人脸图像对应的特征点之间的夹角。具体地，在本实施例中，损失函数优选为 softmax 损失函数。每一待训练人脸图像对应的特征点是指对每一训练人脸图像进行人脸特征提取后，得到的每一待训练人脸图像的人脸特征。可以理解地，第一目标 θ 分布直方图可用于表明待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像所对应的 $\cos\theta$ 值。每一待训练人脸图像的 $\cos\theta$ 值分布反映了它们为干净样本的概率。

在一具体实施例中，经过第一预设次数的训练之后，在第一目标 θ 分布直方图中， $\cos\theta$ 值较大的待训练人脸图像会开始移动到右边； $\cos\theta$ 值较小的待训练人脸图像也会向右移动，但 $\cos\theta$ 值较小的待训练人脸图像始终保持在第一目标 θ 分布直方图的左侧。在本实施例中，由于卷积神经网络 CNN 倾向于快速地识别容易的、干净的样本，并且最终还可以识别困难的、带噪声的样本，因此， $\cos\theta$ 值较大的待训练人脸图像有较高的可能性为干净样本。

其中，随机梯度下降算法 SGD 是指从待训练人脸图像集随机选择一个待训练人脸图像集来进行学习的算法，即： $\theta = \theta - \eta \cdot \nabla J(\theta; x_i, y_i)$ 。由于随机梯度下降算法 SGD 每次只随机选择一个样本来更新模型参数，因此每次的学习是非常快速的，并且可以进行在线更新。可以理解地，基于随机梯度下降算法 SGD 的性质，待训练人脸图像集的每一待训练人脸图像所对应的类别权重都会进行更新，然后利用每一训练更新后的类别权重去计算训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos\theta$ 值，从而得到训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos\theta$ 值。

S40：根据第一目标 θ 分布直方图调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值，其中，调整后的每一待训练人脸图像的第一权重值与对应的所述 $\cos\theta$ 值呈正

相关。

具体地，在确定了第一目标 θ 分布直方图之后，根据第一目标 θ 分布直方图确定待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值，然后根据每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值，调整每一待训练人脸图像的第一权重值。在本步骤中，对于 $\cos \theta$ 值较大的待训练人脸图像赋予较大的第一权重值，对于 $\cos \theta$ 值较小的待训练人脸图像赋予较小的第一权重值。即对应干净样本设置较大的第一权重值，对应噪声样本设置较小的第一权重值。可以理解地，调整后的每一待训练人脸图像的第一权重值与对应的 $\cos \theta$ 值呈正相关。

S50：返回执行在经过第一预设次数的训练之后，获取待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图的步骤，直至神经网络模型符合预设的终止条件，得到目标人脸识别模型。

具体地，为了进一步提高生成的目标人脸识别模型的识别精度，返回执行在经过第一预设次数的训练之后，获取待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图的步骤，直至神经网络模型符合预设的终止条件，得到目标人脸识别模型。

其中，目标人脸识别模型指经过训练后得到的可对人脸图像进行较高精准度识别的模型。其中，预设的终止条件是指预先设定的神经网络模型终止训练的条件。可选地，终止条件可以为神经网络模型的训练次数达到预设的次数阈值；也可以为神经网络模型的精度值达到预设的精度阈值，即神经网络模型的输出值与目标值之间的误差达到预设的精度阈值。

在一具体实施例中，在进行模型训练之前，可预先根据预设的终止条件对神经网络模型中对应的参数值进行修改，从而保证在训练的过程中，当神经网络模型符合预设的终止条件时，自动收敛结束训练，从而得到目标人脸识别模型。

在本实施例中，通过获取样本人脸图像集，对样本人脸图像集中的每一样本人脸图像设置相同的第一权重值，得到待训练人脸图像集；将待训练人脸图像集中的每一待训练人脸图像输入至神经网络模型中进行训练；在经过第一预设次数的训练之后，获取待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图，其中，第一目标 θ 分布直方图为当前的 θ 分布直方图，在第一目标 θ 分布直方图中，横坐标为 $\cos \theta$ 值，样本数量为纵坐标；根据第一目标 θ 分布直方图调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值，其中，调整后的每一待训练人脸图像的第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正相关；返回执行在经过第一预设次数的训练之后，获取待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图的步骤，直至神经网络模型符合预设的终止条件，得到目标人脸识别模型；采用加权样本训练的方法，通过训练生成的 θ 分布直方图，调整每一样本人脸图像的权重值，然后再进行多次重复训练，样本人脸图像的 θ 分布反映了样本人脸图像为干净样本的概率，从而提高了生成的目标人脸识别模型的人脸识别精度。

在一实施例中，如图3所示，在根据第一目标 θ 分布直方图调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值之后，该人脸识别模型训练方法，还具体包括如下步骤：

S31：在经过第二预设次数的训练之后，获取待训练人脸图像集的第二目标 θ 分布直方图，其中，第二目标 θ 分布直方图为在经过第二预设次数的训练之后的 θ 分布直方图，第二预设次数大于第一预设次数。

其中，第二预设次数指预先设定的每一待训练人脸图像在神经网络模型进行训练的次数。第二预设次数可以为一次、两次或者三次等任意次数。需要说明的是，为了保证二次训练后人脸识别模型的精度值，第二预设次数大于第一预设次数。

具体地，在经过第二预设次数的训练之后，获取待训练人脸图像集的第二目标 θ 分布直方图，其中，第二目标 θ 分布直方图为在经过第二次预设次数的训练之后，得到的当前的 θ 分布直方图。同样地，在第二目标 θ 分布直方图中，横坐标是 $\cos \theta$ 值，纵坐标是样本数量。第二目标 θ 分布直方图可用于表明待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像所对

应的 $\cos\theta$ 值。每一待训练人脸图像的 $\cos\theta$ 值分布反映了它们为干净样本的概率。

在一具体实施例中，在经过第二预设次数的训练之后，神经网络模型已经具备较良好的性能，在第二目标 θ 分布直方图中，干净样本和噪声样本之间会存在面积很小的重叠区域，重叠区域为半干净半噪声样本。

S32：根据第二目标 θ 分布直方图调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值，其中，调整后的每一待训练人脸图像的第一权重值与对应的 $\cos\theta$ 值呈正态分布。

具体地，在确定了第二目标 θ 分布直方图，根据第二目标 θ 分布直方图确定待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos\theta$ 值，然后根据每一待训练人脸图像的 $\cos\theta$ 值，调整每一待训练人脸图像的第一权重值。在本实施例中，可以根据第二目标 θ 分布直方图中每一待训练人脸图像的 $\cos\theta$ 值，准确地区分干净样本、半干净半噪声样本以及噪声样本。由于干净样本和噪声样本在第二目标 θ 分布直方图的重叠区域面积很小，因此半干净半噪声样本的数量也很少。

为了进一步提高人脸识别模型的识别精度，在本步骤中，加大半干净半噪声样本的第一权重值，即把位于第二目标 θ 分布直方图中重叠区域的半干净半噪声样本的权重设置得比干净样本和噪声样本都大，即调整后的每一待训练人脸图像的第一权重值与对应的 $\cos\theta$ 值呈正态分布，从而使得卷积神经网络的训练更有针对性。

在本实施例中，在经过第二预设次数的训练之后，获取待训练人脸图像集的第二目标 θ 分布直方图，其中，第二目标 θ 分布直方图为当前的 θ 分布直方图，第二预设次数大于第一预设次数；根据第二目标 θ 分布直方图调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值，其中，调整后的每一待训练人脸图像的第一权重值与对应的 $\cos\theta$ 值呈正态分布；通过第二目标 θ 分布直方图进一步调整每一待训练人脸图像的第一权重值，从而使得神经网络模型的训练更有针对性，以进一步提高了生成的目标人脸识别模型的人脸识别精度。

在一实施例中，如图 4 所示，根据第一目标 θ 分布直方图调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值，具体包括如下步骤：

S401：基于第一目标 θ 分布直方图，确定待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos\theta$ 值。

具体地，由于第一目标 θ 分布直方图可表明每一待训练人脸图像所对应的 $\cos\theta$ 值。因此，在本步骤中，可直接根据第一目标 θ 分布直方图，确定待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos\theta$ 值。例如：若待训练人脸图像集包括 100 个待训练人脸图像为 $S=\{s_1, s_2, s_3, s_4 \dots s_{100}\}$ ，第一基于目标 θ 分布直方图，得到待训练人脸图像 s_1-s_{30} 所对应的 $\cos\theta$ 值为 0.2-0.4，待训练人脸图像 $s_{31}-s_{60}$ 所对应的 $\cos\theta$ 值为 0.4-0.6，待训练人脸图像 $s_{61}-s_{100}$ 所对应的 $\cos\theta$ 值为 0.6-0.8。

S402：采用如下公式计算每一待训练人脸图像的第一权重值：

$$w = \frac{\text{softplus}(\lambda z)}{\text{softplus}(\lambda)}; \quad z = \frac{\cos\theta - \mu_1}{\delta_r - \mu_1}; \quad \text{softplus}(x) = \log(1 + e^x);$$

其中， w 为第一权重值； $\cos\theta$ 为待训练人脸图像的 $\cos\theta$ 值； δ_r 是第一目标 θ 分布直方图中最大的 $\cos\theta$ 值， μ_1 是第一目标 θ 分布直方图中左边的峰值。

其中， softplus 为平滑版的 relu 函数，当 $\text{softplus}(x)$ 中 x 的绝对值足够大时，会出现饱和现象，即函数图像会变得很平，从而对输入的微小改变会变成不敏感。具体地，由上述公式可知第一权重值 w 的大小由 $\text{softplus}(\lambda z)$ 与 $\text{softplus}(\lambda)$ 的比值决定，而在本实施例中， λ 为预先设定的固定值，例如：预先设定 λ 为 10。 z 的大小由 $\cos\theta$ 、 μ_1 和 δ_r 决定， μ_1 为第一目标 θ 分布直方图中左边的峰值， δ_r 为第一目标 θ 分布直方图中最大的 $\cos\theta$ 值；即当训练完成生成第一目标 θ 分布直方图之后， μ_1 和 δ_r 也可以直接

从第一目标 θ 分布直方图中确定得到。如此可知，每一待训练人脸图像的第一权重值 w 的大小主要取决于 $\cos \theta$ 的大小，当 $\cos \theta$ 较大时，所对应输出的第一权重值 w 也会变大。

S403：基于每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值和对应的第一权重值，调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值。

具体地，在确定了每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值和对应的第一权重值之后，再基于每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值和对应的第一权重值，调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值，即在待训练人脸图像集中，将 $\cos \theta$ 值较大的待训练人脸图像所对应的第一权重值调整变大，以及将 $\cos \theta$ 值较小的待训练人脸图像所对应的第一权重值调整变小；以提高生成的目标人脸识别模型的性能和识别精度。

在本实施例中，基于第一目标 θ 分布直方图，确定待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值；采用如下公式计算每一待训练人脸图像的第一权重值：

$$w = \frac{\text{softplus}(\lambda z)}{\text{softplus}(\lambda)}; \quad z = \frac{\cos \theta - \mu l}{\delta_r - \mu l}; \quad \text{softplus}(x) = \log(1 + e^x);$$

其中， w 为第一权重值； $\cos \theta$ 为待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值； δ_r 是第一目标 θ 分布直方图中最大的 $\cos \theta$ 值， μl 是第一目标 θ 分布直方图中左边的峰值；基于每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值和对应的第一权重值，调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值；通过每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值调整对应的第一权重值，将 $\cos \theta$ 值较大的待训练人脸图像所对应的第一权重值调整变大，以及将 $\cos \theta$ 值较小的待训练人脸图像所对应的第一权重值调整变小；从而提高了生成的目标人脸识别模型的性能和识别精度。

在一实施例中，如图 5 所示，根据第一目标 θ 分布直方图调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值，还具体包括如下步骤：

S404：基于第一目标 θ 分布直方图，确定待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值。

具体地，由于第一目标 θ 分布直方图用于表明每一待训练人脸图像所对应的 $\cos \theta$ 值的直方图。因此，可直接根据第一目标 θ 分布直方图，确定待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值。

S405：根据每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值的从大到小，对待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像进行第一权重值排序。

具体地，在确定了每一待训练人脸图像所对应的 $\cos \theta$ 值之后，将每一待训练人脸图像所对应的 $\cos \theta$ 值按照从大到小进行排序；然后，再根据每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值的从大到小顺序，对待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像进行第一权重值排序。可以理解地，在待训练人脸图像集中， $\cos \theta$ 值较大的待训练人脸图像，所对应的第一权重值较大， $\cos \theta$ 值较小的待训练人脸图像，所对应的第一权重值较小。

在本实施例中，基于第一目标 θ 分布直方图，确定待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值；根据每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值的从大到小，对待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像进行第一权重值排序；以便于给 $\cos \theta$ 值较大的待训练人脸图像分配对应较大的第一权重值；从而提高了生成的目标人脸识别模型的性能和识别精度。

在一实施例中，如图 5 所示，根据第二目标 θ 分布直方图调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值，具体包括如下步骤：

S321：基于所述第二目标 θ 分布直方图，确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值。

具体地，由于第二目标 θ 分布直方图用于表明每一待训练人脸图像所对应的 $\cos \theta$ 值的直方图。因此，可直接根据第二目标 θ 分布直方图，确定待训练人脸图像集中每一待

训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值。

S322: 采用如下公式计算每一所述待训练人脸图像的第一权重值 w :

$$w = e^{-(\cos \theta - \mu_r)^2 / 2\sigma^2};$$

其中, w 为第一权重值, $\cos \theta$ 为待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值, μ_r 是第二目标 θ 分布直方图中右边的顶峰值, σ^2 为第二目标 θ 分布直方图中干净样本的方差,

$$\sigma = (\delta_r - \mu_r) / 2.576。$$

具体地,由上述公式可知每一待训练人脸图像的第一权重值 w 主要由 $\cos \theta$ 、 μ_r 和 σ^2 决定, μ_r 为第二目标 θ 分布直方图中右边的顶峰值; σ^2 为第二目标 θ 分布直方图中干净样本的方差, $\sigma = (\delta_r - \mu_r) / 2.576$, 即在训练完成生成第二目标 θ 分布直方图之后, μ_r 和 σ^2 可直接从第二目标 θ 分布直方图中确定。如此可知, 每一待训练人脸图像的第一权重值主要取决于 $\cos \theta$ 的大小。可以理解地, 根据上述公式计算得到的待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值与对应的 $\cos \theta$ 值呈正正态分布。

S323: 基于每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值和对应的第一权重值, 调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值。

具体地, 在确定了每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值和对应的第一权重值之后, 再基于每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值和对应的第一权重值, 调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值; 即将待训练人脸图像集中半干净半噪声样本的第一权重值调整变大, 将干净样本和噪声样本的第一权重值调整变小。

在本实施例中, 基于所述第二目标 θ 分布直方图, 确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值; 采用如下公式计算每一所述待训练人脸图像的第一权重值 w :

$$w = e^{-(\cos \theta - \mu_r)^2 / 2\sigma^2};$$

其中, w 为第一权重值, $\cos \theta$ 为待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值, μ_r 是第二目标 θ 分布直方图中右边的顶峰值, σ^2 为第二目标 θ 分布直方图中干净样本的方差,

$\sigma = (\delta_r - \mu_r) / 2.576$; 基于每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值和对应的第一权重值, 调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值; 基于每一所述待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值和对应的第一权重值, 调整待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值; 使得卷积神经网络的训练更有针对性; 从而进一步提高模型的识别精度。

应理解, 上述实施例中各步骤的序号的大小并不意味着执行顺序的先后, 各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定, 而不对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

在一实施例中, 提供一种人脸识别模型训练装置, 该人脸识别模型训练装置与上述实施例中人脸识别模型训练方法一一对应。如图 7 所示, 该人脸识别模型训练装置包括样本人脸图像集获取模块 10、训练模块 20、第一目标 θ 分布直方图获取模块 30、第一调整模块 40 和目标人脸识别模型生成模块 50。各功能模块详细说明如下:

样本人脸图像集获取模块 10, 用于获取样本人脸图像集, 对所述样本人脸图像集中的每一样本人脸图像设置相同的第一权重值, 得到待训练人脸图像集;

训练模块 20, 用于将所述待训练人脸图像集中的每一待训练人脸图像输入至神经网络

模型中进行训练；

第一目标 θ 分布直方图获取模块 30，用于在经过第一预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图，其中，所述第一目标 θ 分布直方图为当前的 θ 分布直方图，在所述第一目标 θ 分布直方图中，横坐标为 $\cos \theta$ 值，纵坐标为样本数量，其中， θ 是指在损失函数中第一权重值和每一待训练人脸图像对应的特征点之间的夹角；

第一调整模块 40，用于根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值，其中，所述调整后的每一待训练人脸图像的所述第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正相关；

目标人脸识别模型生成模块 50，用于返回执行所述在经过第一预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图的步骤，直至所述神经网络模型符合预设的终止条件，得到目标人脸识别模型。

优选地，如图 8 所示，所述人脸识别模型训练装置还包括：

第二目标 θ 分布直方图获取模块 31，用于在经过第二预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第二目标 θ 分布直方图，其中，所述第二目标 θ 分布直方图为在经过第二预设次数的训练之后的 θ 分布直方图，所述第二预设次数大于所述第一预设次数；

第二调整模块 32，用于根据所述第二目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值，其中，所述调整后的每一待训练人脸图像的所述第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正态分布。

优选地，如图 9 所示，所述第一调整模块 40 包括，

第一确定单元 401，用于基于所述第一目标 θ 分布直方图，确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值；

第一计算单元 402，用于采用如下公式计算每一所述待训练人脸图像的第一权重值：

$$w = \frac{\text{softplus}(\lambda z)}{\text{softplus}(\lambda)} ;$$

$$z = \frac{\cos \theta - \mu l}{\delta_r - \mu l} ;$$

$$\text{softplus}(x) = \log(1 + e^x) ;$$

其中， w 为第一权重值； $\cos \theta$ 为待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值； δ_r 是第一目标 θ 分布直方图中最大的 $\cos \theta$ 值， μl 是第一目标 θ 分布直方图中左边的峰值；

第一调整单元 403，用于基于每一所述待训练人脸图像的所述 $\cos \theta$ 值和对应的所述第一权重值，调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值。

优选地，所述第一调整模块 40，还包括，

第二确定单元，用于基于所述第一目标 θ 分布直方图，确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值；

排序单元，用于根据每一所述待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值的从大到小，对所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像进行第一权重值排序。

优选地，所述第二调整模块 32 包括：

第三确定单元，用于基于所述第二目标 θ 分布直方图，确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值；

第二计算单元，用于采用如下公式计算每一所述待训练人脸图像的第一权重值 w ：

$$w = e^{-(\cos \theta - \mu_r)^2 / 2\sigma^2};$$

其中, w 为第一权重值, $\cos \theta$ 为待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值, μ_r 是第二目标 θ 分布直方图中右边的顶峰值, σ^2 为第二目标 θ 分布直方图中干净样本的方差,

$$\sigma = (\delta_r - \mu_r) / 2.576;$$

第二调整单元, 用于基于每一所述待训练人脸图像的所述 $\cos \theta$ 值和对应的所述第一权重值, 调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值。

关于人脸识别模型训练装置的具体限定可以参见上文中对于人脸识别模型训练方法的限定, 在此不再赘述。上述人脸识别模型训练装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中的处理器中, 也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中, 以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

在一个实施例中, 提供了一种计算机设备, 该计算机设备可以是服务器, 其内部结构图可以如图 10 所示。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器、网络接口和数据库。其中, 该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括可读存储介质、内存。该可读存储介质存储有操作系统、计算机可读指令和数据库。该内存为可读存储介质中的操作系统和计算机可读指令的运行提供环境。该计算机设备的数据库用于存储上述实施例人脸识别模型训练方法中使用到的数据。该计算机设备的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机可读指令被处理器执行时以实现一种人脸识别模型训练方法。本实施例所提供的可读存储介质包括非易失性可读存储介质和易失性可读存储介质。

在一个实施例中, 提供了一种计算机设备, 包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机可读指令, 处理器执行计算机可读指令时实现上述实施例中的人脸识别模型训练方法。

在一个实施例中, 提供了一个或多个存储有计算机可读指令的可读存储介质, 本实施例所提供的可读存储介质包括非易失性可读存储介质和易失性可读存储介质; 该可读存储介质上存储有计算机可读指令, 该计算机可读指令被一个或多个处理器执行时, 使得一个或多个处理器实现上述实施例中的人脸识别模型训练方法。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程, 是可以通过计算机可读指令来指令相关的硬件来完成, 所述的计算机可读指令可存储于一非易失性计算机可读存储介质或易失性可读存储介质中, 该计算机可读指令在执行时, 可包括如上述各方法的实施例的流程。其中, 本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用, 均可包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可包括只读存储器 (ROM)、可编程 ROM (PROM)、电可编程 ROM (EPROM)、电可擦除可编程 ROM (EEPROM) 或闪存。易失性存储器可包括随机存取存储器 (RAM) 或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限, RAM 以多种形式可得, 诸如静态 RAM (SRAM)、动态 RAM (DRAM)、同步 DRAM (SDRAM)、双数据率 SDRAM (DDRSDRAM)、增强型 SDRAM (ESDRAM)、同步链路 (Synchlink) DRAM (SLDRAM)、存储器总线 (Rambus) 直接 RAM (RDRAM)、直接存储器总线动态 RAM (DRDRAM)、以及存储器总线动态 RAM (RDRAM) 等。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到, 为了描述的方便和简洁, 仅以上述各功能单元、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单元、模块完成, 即将所述装置的内部结构划分成不同的功能单元或模块, 以完成以上

描述的全部或者部分功能。

以上所述实施例仅用以说明本申请的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明，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申请各实施例技术方案的精神和范围，均应包含在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种人脸识别模型训练方法，其中，包括：

获取样本人脸图像集，对所述样本人脸图像集中的每一样本人脸图像设置相同的第一权重值，得到待训练人脸图像集；

将所述待训练人脸图像集中的每一待训练人脸图像输入至神经网络模型中进行训练；

在经过第一预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图，其中，所述第一目标 θ 分布直方图为当前的 θ 分布直方图，在所述第一目标 θ 分布直方图中，横坐标为 $\cos \theta$ 值，纵坐标为样本数量，其中， θ 是指在损失函数中第一权重值和每一待训练人脸图像对应的特征点之间的夹角；

根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值，其中，所述调整后的每一待训练人脸图像的所述第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正相关；

返回执行所述在经过第一预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图的步骤，直至所述神经网络模型符合预设的终止条件，得到目标人脸识别模型。

2. 如权利要求 1 所述的人脸识别模型训练方法，其中，在所述根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值之后，所述人脸识别模型训练方法还包括：

在经过第二预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第二目标 θ 分布直方图，其中，所述第二目标 θ 分布直方图为在经过第二预设次数的训练之后的 θ 分布直方图，所述第二预设次数大于所述第一预设次数；

根据所述第二目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值，其中，所述调整后的每一待训练人脸图像的所述第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正态分布。

3. 如权利要求 1 所述的人脸识别模型训练方法，其中，所述根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值，包括：

基于所述第一目标 θ 分布直方图，确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值；

采用如下公式计算每一所述待训练人脸图像的第一权重值：

$$w = \frac{\text{softplus}(\lambda z)}{\text{softplus}(\lambda)};$$

$$z = \frac{\cos \theta - \mu l}{\delta_r - \mu l};$$

$$\text{softplus}(x) = \log(1 + e^x);$$

其中， w 为第一权重值； $\cos \theta$ 为待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值； δ_r 是第一目标 θ 分布直方图中最大的 $\cos \theta$ 值， μl 是第一目标 θ 分布直方图中左边的峰值值；

基于每一所述待训练人脸图像的所述 $\cos \theta$ 值和对应的所述第一权重值，调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值。

4. 如权利要求 1 所述的人脸识别模型训练方法，其中，所述根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值，还包括：

基于所述第一目标 θ 分布直方图，确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像

的 $\cos \theta$ 值;

根据每一所述待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值的从大到小, 对所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像进行第一权重值排序。

5. 如权利要求 2 所述的人脸识别模型训练方法, 其中, 所述根据所述第二目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值, 包括:

基于所述第二目标 θ 分布直方图, 确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值;

采用如下公式计算每一所述待训练人脸图像的第一权重值 w :

$$w = e^{-(\cos \theta - \mu_r)^2 / 2\sigma^2};$$

其中, w 为第一权重值, $\cos \theta$ 为待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值, μ_r 是第二目标 θ 分布直方图中右边的顶峰值, σ^2 为第二目标 θ 分布直方图中干净样本的方差,

$$\sigma = (\delta_r - \mu_r) / 2.576;$$

基于每一所述待训练人脸图像的所述 $\cos \theta$ 值和对应的所述第一权重值, 调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值。

6. 一种人脸识别模型训练装置, 其中, 包括:

样本人脸图像集获取模块, 用于获取样本人脸图像集, 对所述样本人脸图像集中的每一样本人脸图像设置相同的第一权重值, 得到待训练人脸图像集;

训练模块, 用于将所述待训练人脸图像集中的每一待训练人脸图像输入至神经网络模型中进行训练;

第一目标 θ 分布直方图获取模块, 用于在经过第一预设次数的训练之后, 获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图, 其中, 所述第一目标 θ 分布直方图为当前的 θ 分布直方图, 在所述第一目标 θ 分布直方图中, 横坐标为 $\cos \theta$ 值, 纵坐标为样本数量, 其中, θ 是指在损失函数中第一权重值和每一待训练人脸图像对应的特征点之间的夹角;

第一调整模块, 用于根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值, 其中, 所述调整后的每一待训练人脸图像的所述第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正相关;

目标人脸识别模型生成模块, 用于返回执行所述在经过第一预设次数的训练之后, 获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图的步骤, 直至所述神经网络模型符合预设的终止条件, 得到目标人脸识别模型。

7. 如权利要求 6 所述的人脸识别模型训练装置, 其中, 所述人脸识别模型训练装置还包括:

第二目标 θ 分布直方图获取模块, 用于在经过第二预设次数的训练之后, 获取所述待训练人脸图像集的第二目标 θ 分布直方图, 其中, 所述第二目标 θ 分布直方图为在经过第二预设次数的训练之后的 θ 分布直方图, 所述第二预设次数大于所述第一预设次数;

第二调整模块, 用于根据所述第二目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值, 其中, 所述调整后的每一待训练人脸图像的所述第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正态分布。

8. 如权利要求 6 所述的人脸识别模型训练装置, 其中, 所述第一调整模块包括,

第一确定单元, 用于基于所述第一目标 θ 分布直方图, 确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值;

第一计算单元, 用于采用如下公式计算每一所述待训练人脸图像的第一权重值:

$$w = \frac{\text{softplus}(\lambda z)}{\text{softplus}(\lambda)};$$

$$z = \frac{\cos \theta - \mu_l}{\delta_r - \mu_l};$$

$$\text{softplus}(x) = \log(1 + e^x);$$

其中, w 为第一权重值; $\cos \theta$ 为待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值; δ_r 是第一目标 θ 分布直方图中最大的 $\cos \theta$ 值, μ_l 是第一目标 θ 分布直方图中左边的峰值;

第一调整单元, 用于基于每一所述待训练人脸图像的所述 $\cos \theta$ 值和对应的所述第一权重值, 调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值。

9. 如权利要求 6 所述的人脸识别模型训练装置, 其中, 所述第一调整模块, 还包括, 第二确定单元, 用于基于所述第一目标 θ 分布直方图, 确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值;

排序单元, 用于根据每一所述待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值的从大到小, 对所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像进行第一权重值排序。

10. 如权利要求 7 所述的人脸识别模型训练装置, 其中, 所述第二调整模块包括:

第三确定单元, 用于基于所述第二目标 θ 分布直方图, 确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值;

第二计算单元, 用于采用如下公式计算每一所述待训练人脸图像的第一权重值 w :

$$w = e^{-(\cos \theta - \mu_r)^2 / 2\sigma^2};$$

其中, w 为第一权重值, $\cos \theta$ 为待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值, μ_r 是第二目标 θ 分布直方图中右边的峰值, σ^2 为第二目标 θ 分布直方图中干净样本的方差,

$$\sigma = (\delta_r - \mu_r) / 2.576;$$

第二调整单元, 用于基于每一所述待训练人脸图像的所述 $\cos \theta$ 值和对应的所述第一权重值, 调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值。

11. 一种计算机设备, 包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机可读指令, 其中, 所述处理器执行所述计算机可读指令时实现如下步骤:

获取样本人脸图像集, 对所述样本人脸图像集中的每一样本人脸图像设置相同的第一权重值, 得到待训练人脸图像集;

将所述待训练人脸图像集中的每一待训练人脸图像输入至神经网络模型中进行训练;

在经过第一预设次数的训练之后, 获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图, 其中, 所述第一目标 θ 分布直方图为当前的 θ 分布直方图, 在所述第一目标 θ 分布直方图中, 横坐标为 $\cos \theta$ 值, 纵坐标为样本数量, 其中, θ 是指在损失函数中第一权重值和每一待训练人脸图像对应的特征点之间的夹角;

根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值, 其中, 所述调整后的每一待训练人脸图像的所述第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正相关;

返回执行所述在经过第一预设次数的训练之后, 获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图的步骤, 直至所述神经网络模型符合预设的终止条件, 得到目标人脸识别模型。

12. 如权利要求 11 所述的计算机设备, 其中, 在所述根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值之后, 所述处理器执行所述计算机可读指令时还实现如下步骤:

在经过第二预设次数的训练之后, 获取所述待训练人脸图像集的第二目标 θ 分布直方图, 其中, 所述第二目标 θ 分布直方图为在经过第二预设次数的训练之后的 θ 分布直方图, 所述第二预设次数大于所述第一预设次数;

根据所述第二目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值, 其中, 所述调整后的每一待训练人脸图像的所述第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正态分布。

13. 如权利要求 11 所述的计算机设备, 其中, 所述根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值, 包括:

基于所述第一目标 θ 分布直方图, 确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值;

采用如下公式计算每一所述待训练人脸图像的第一权重值:

$$w = \frac{\text{softplus}(\lambda z)}{\text{softplus}(\lambda)};$$

$$z = \frac{\cos \theta - \mu_l}{\delta_r - \mu_l};$$

$$\text{softplus}(x) = \log(1 + e^x);$$

其中, w 为第一权重值; $\cos \theta$ 为待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值; δ_r 是第一目标 θ 分布直方图中最大的 $\cos \theta$ 值, μ_l 是第一目标 θ 分布直方图中左边的峰值;

基于每一所述待训练人脸图像的所述 $\cos \theta$ 值和对应的所述第一权重值, 调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值。

14. 如权利要求 11 所述的计算机设备, 其中, 所述根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值, 还包括:

基于所述第一目标 θ 分布直方图, 确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值;

根据每一所述待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值的从大到小, 对所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像进行第一权重值排序。

15. 如权利要求 12 所述的计算机设备, 其中, 所述根据所述第二目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值, 包括:

基于所述第二目标 θ 分布直方图, 确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值;

采用如下公式计算每一所述待训练人脸图像的第一权重值 w :

$$w = e^{-(\cos \theta - \mu_r)^2 / 2\sigma^2};$$

其中, w 为第一权重值, $\cos \theta$ 为待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值, μ_r 是第二目标 θ 分布直方图中右边的峰值, σ^2 为第二目标 θ 分布直方图中干净样本的方差,

$$\sigma = (\delta_r - \mu_r) / 2.576;$$

基于每一所述待训练人脸图像的所述 $\cos \theta$ 值和对应的所述第一权重值，调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值。

16. 一个或多个存储有计算机可读指令的可读存储介质，其中，所述计算机可读指令被一个或多个处理器执行时，使得所述一个或多个处理器执行如下步骤：

获取样本人脸图像集，对所述样本人脸图像集中的每一样本人脸图像设置相同的第一权重值，得到待训练人脸图像集；

将所述待训练人脸图像集中的每一待训练人脸图像输入至神经网络模型中进行训练；

在经过第一预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图，其中，所述第一目标 θ 分布直方图为当前的 θ 分布直方图，在所述第一目标 θ 分布直方图中，横坐标为 $\cos \theta$ 值，纵坐标为样本数量，其中， θ 是指在损失函数中第一权重值和每一待训练人脸图像对应的特征点之间的夹角；

根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值，其中，所述调整后的每一待训练人脸图像的所述第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正相关；

返回执行所述在经过第一预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第一目标 θ 分布直方图的步骤，直至所述神经网络模型符合预设的终止条件，得到目标人脸识别模型。

17. 如权利要求 16 所述的可读存储介质，其中，在所述根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值之后，所述计算机可读指令被一个或多个处理器执行时，使得所述一个或多个处理器还执行如下步骤：

在经过第二预设次数的训练之后，获取所述待训练人脸图像集的第二目标 θ 分布直方图，其中，所述第二目标 θ 分布直方图为在经过第二预设次数的训练之后的 θ 分布直方图，所述第二预设次数大于所述第一预设次数；

根据所述第二目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值，其中，所述调整后的每一待训练人脸图像的所述第一权重值与对应的所述 $\cos \theta$ 值呈正态分布。

18. 如权利要求 16 所述的可读存储介质，其中，所述根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值，包括：

基于所述第一目标 θ 分布直方图，确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值；

采用如下公式计算每一所述待训练人脸图像的第一权重值：

$$w = \frac{\text{softplus}(\lambda z)}{\text{softplus}(\lambda)};$$

$$z = \frac{\cos \theta - \mu l}{\delta_r - \mu l};$$

$$\text{softplus}(x) = \log(1 + e^x);$$

其中， w 为第一权重值； $\cos \theta$ 为待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值； δ_r 是第一目标 θ 分布直方图中最大的 $\cos \theta$ 值， μl 是第一目标 θ 分布直方图中左边的峰值值；

基于每一所述待训练人脸图像的所述 $\cos \theta$ 值和对应的所述第一权重值，调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值。

19. 如权利要求 16 所述的可读存储介质，其中，所述根据所述第一目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值，还包括：

基于所述第一目标 θ 分布直方图，确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值；

根据每一所述待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值的从大到小，对所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像进行第一权重值排序。

20. 如权利要求 17 所述的读取存储介质，其中，所述根据所述第二目标 θ 分布直方图调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的所述第一权重值，包括：

基于所述第二目标 θ 分布直方图，确定所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值；

采用如下公式计算每一所述待训练人脸图像的第一权重值 w ：

$$w = e^{-(\cos \theta - \mu_r)^2 / 2\sigma^2};$$

其中， w 为第一权重值， $\cos \theta$ 为待训练人脸图像的 $\cos \theta$ 值， μ_r 是第二目标 θ 分布直方图中右边的顶峰值， σ^2 为第二目标 θ 分布直方图中干净样本的方差，

$$\sigma = (\delta_r - \mu_r) / 2.576;$$

基于每一所述待训练人脸图像的所述 $\cos \theta$ 值和对应的所述第一权重值，调整所述待训练人脸图像集中每一待训练人脸图像的第一权重值。

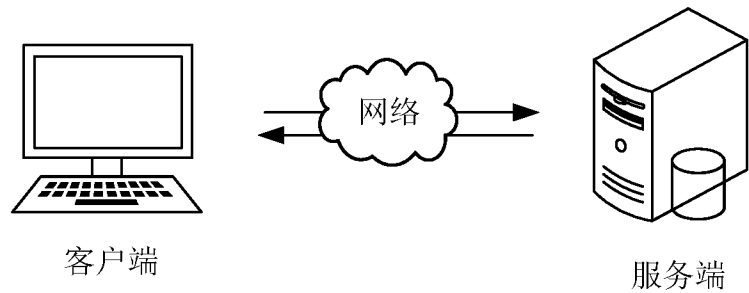


图 1

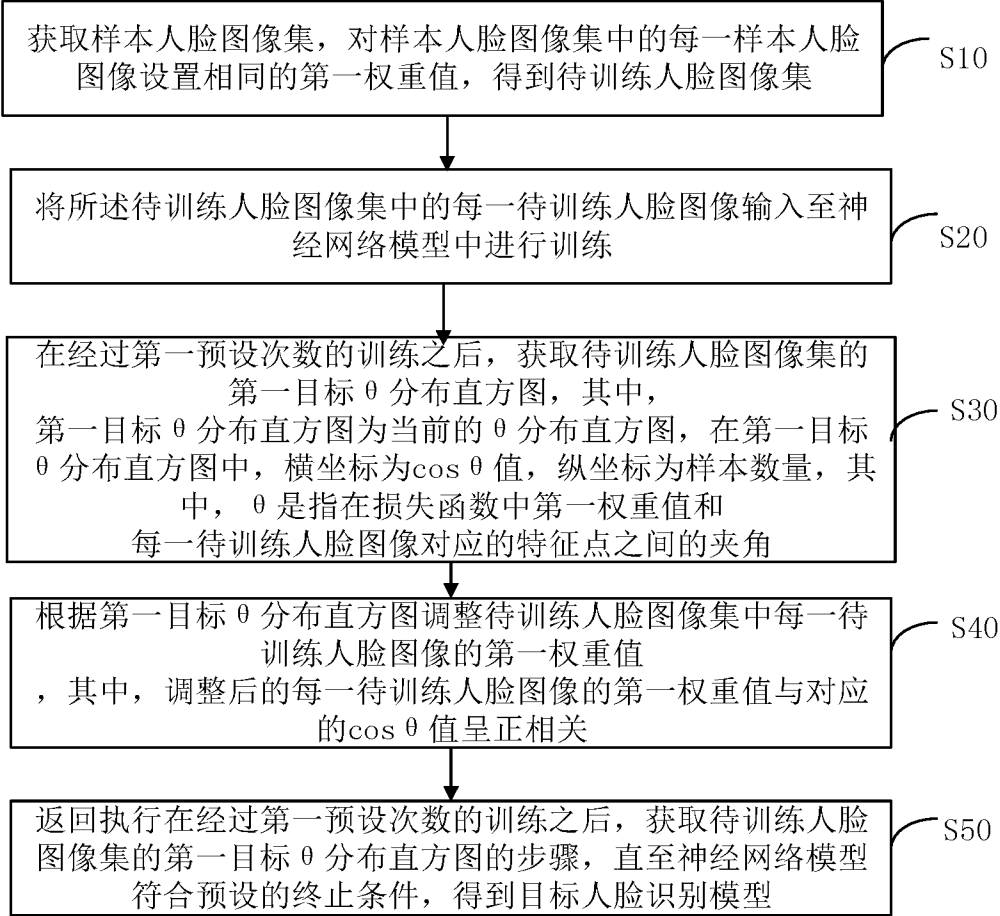


图 2

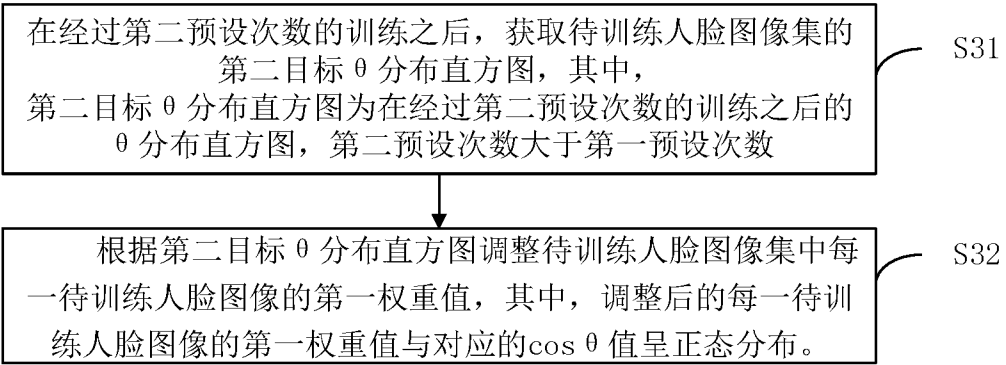


图 3

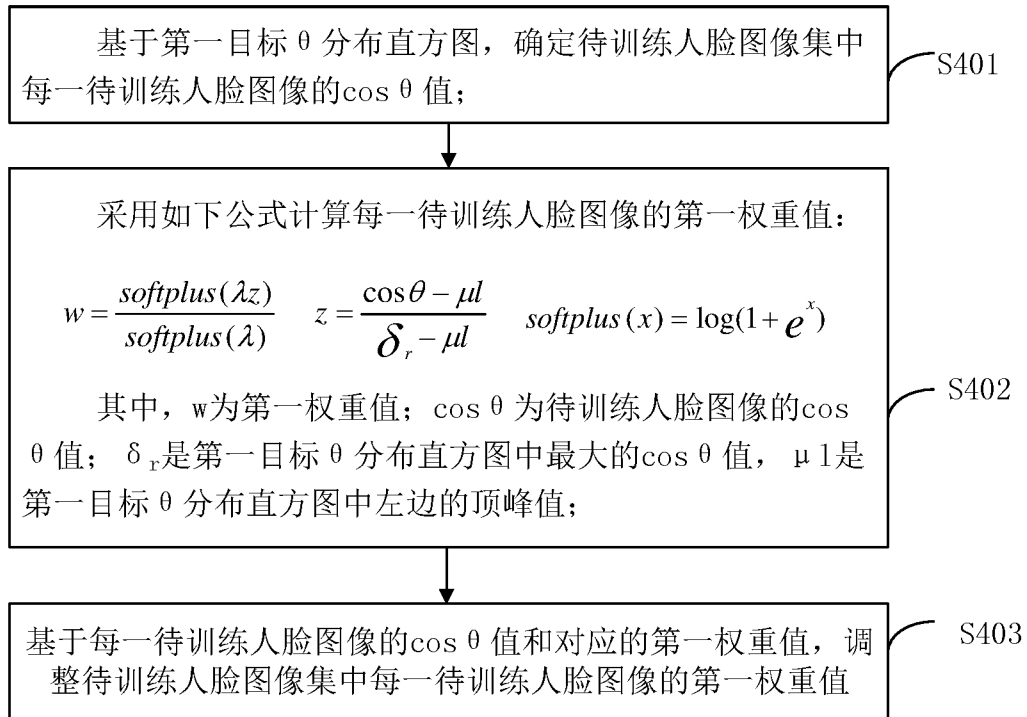


图 4

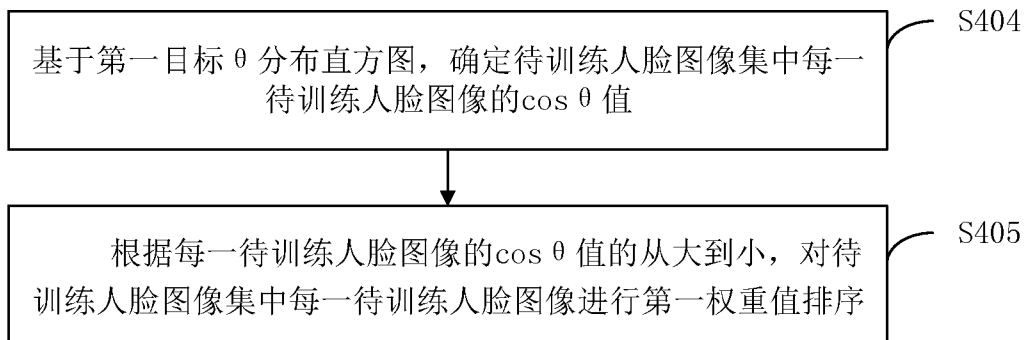


图 5

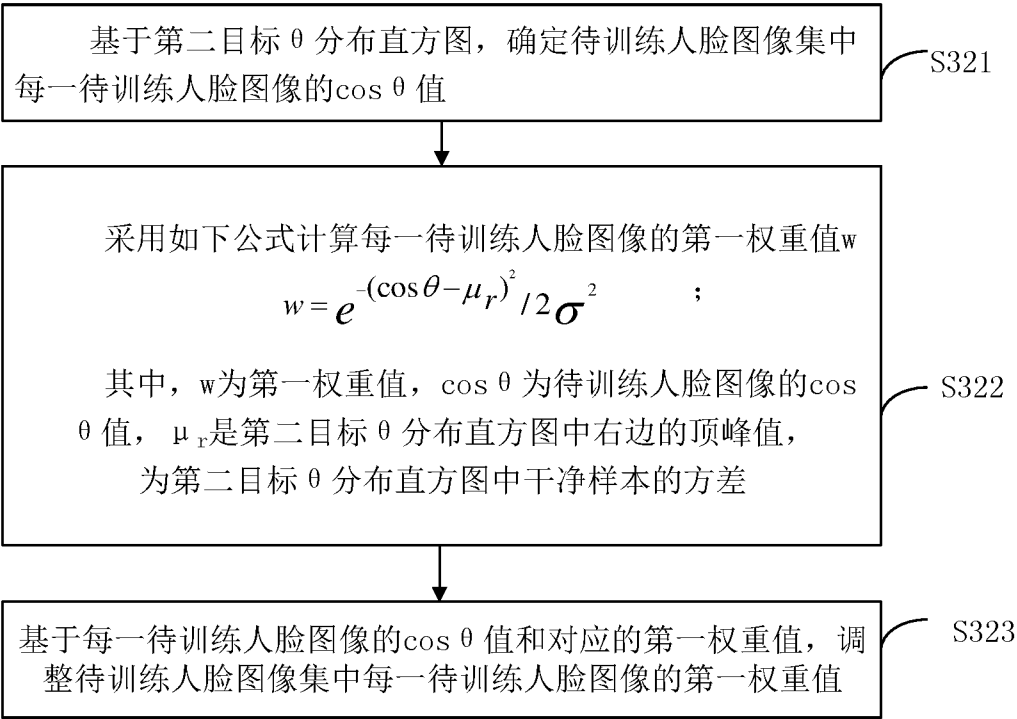


图 6

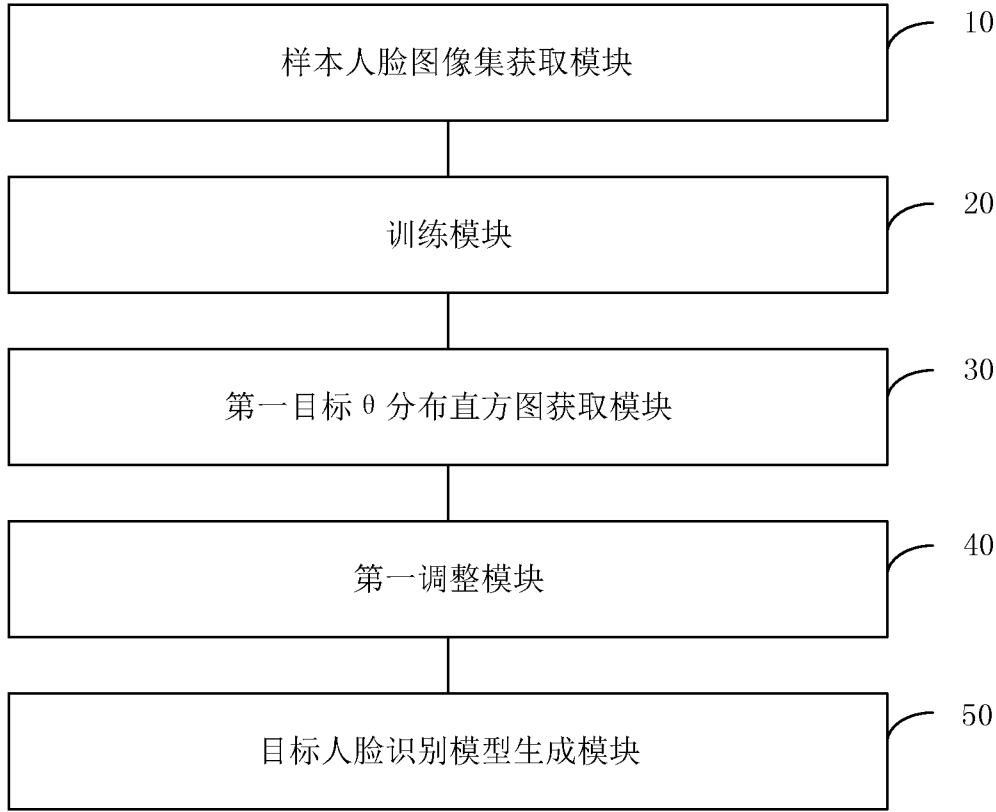


图 7

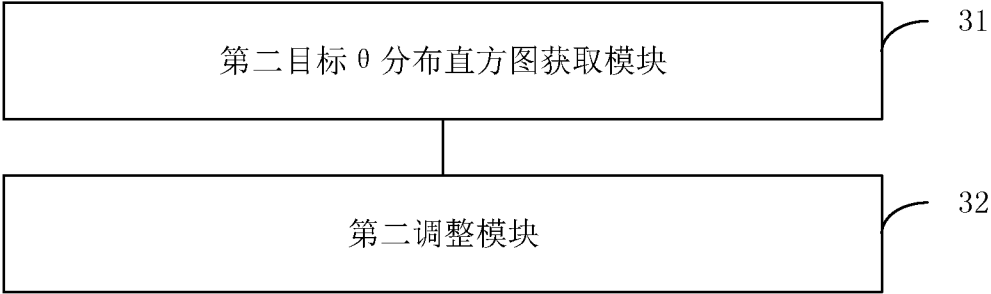


图 8

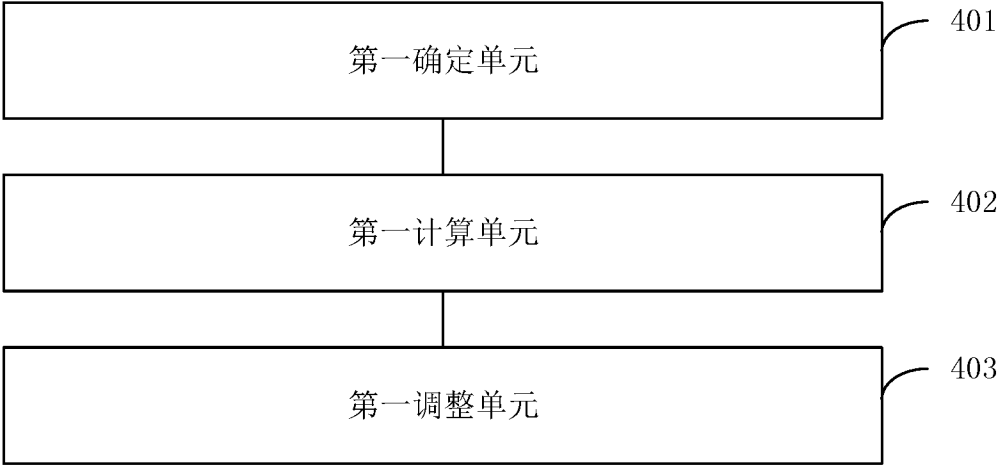


图 9

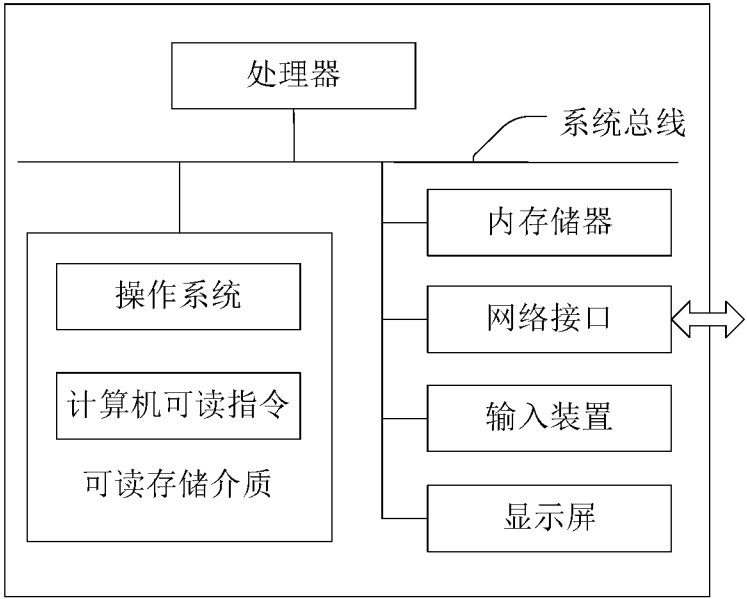


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/093330

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 9/00(2006.01)i; G06N 3/04(2006.01)i; G06N 3/08(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06K; G06N

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

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

CNABS; CNTXT; CNKI; SIPOABS; DWPI; USTXT; EPTXT; WOTXT: 人脸识别, 样本, 训练, 神经网络, 图像, 分布, 直方图, 余弦, 夹角, 权重, 调整, train+, human face, sample, image, neural network, weight, distribut+, cos+, target, adjust, histogram

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 108090433 A (XIAMEN JIWEI TECHNOLOGY CO., LTD.) 29 May 2018 (2018-05-29) claims 1-11, description paragraphs [0022]-[0041], figures 1-3	1-20
Y	CN 110245550 A (BEIJING YUNSHITU INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 17 September 2019 (2019-09-17) description, paragraphs [0069]-[0100], and figure 1	1-20
A	CN 108197574 A (ZHANG, Yonggang) 22 June 2018 (2018-06-22) entire document	1-20
A	CN 109002790 A (GUANGZHOU SHIYUAN ELECTRONIC TECHNOLOGY COMPANY LIMITED) 14 December 2018 (2018-12-14) 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

27 October 2020

Date of mailing of the international search report

11 November 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/CN2020/093330

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108090433	A	29 May 2018	None			
CN	110245550	A	17 September 2019	None			
CN	108197574	A	22 June 2018	CN	108197574	B	08 September 2020
CN	109002790	A	14 December 2018	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/093330

A. 主题的分类 G06K 9/00(2006.01)i; G06N 3/04(2006.01)i; G06N 3/08(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																	
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G06K; G06N 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS;CNTXT;CNKI;SIPOABS;DWPI;USTXT;EPTXT;WOTXT: 人脸识别, 样本, 训练, 神经网络, 图像, 分布, 直方图, 余弦, 夹角, 权重, 调整, train+, human face, sample, image, neural network, weight, distribut+, cos+, target, adjust, histogram																	
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>Y</td> <td>CN 108090433 A (厦门集微科技有限公司) 2018年 5月 29日 (2018 - 05 - 29) 权利要求1-11, 说明书第[0022]-[0041]段, 附图1-3</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 110245550 A (北京云识图信息技术有限公司) 2019年 9月 17日 (2019 - 09 - 17) 说明书第[0069]-[0100]段, 附图1</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108197574 A (张永刚) 2018年 6月 22日 (2018 - 06 - 22) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109002790 A (广州视源电子科技股份有限公司) 2018年 12月 14日 (2018 - 12 - 14) 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	Y	CN 108090433 A (厦门集微科技有限公司) 2018年 5月 29日 (2018 - 05 - 29) 权利要求1-11, 说明书第[0022]-[0041]段, 附图1-3	1-20	Y	CN 110245550 A (北京云识图信息技术有限公司) 2019年 9月 17日 (2019 - 09 - 17) 说明书第[0069]-[0100]段, 附图1	1-20	A	CN 108197574 A (张永刚) 2018年 6月 22日 (2018 - 06 - 22) 全文	1-20	A	CN 109002790 A (广州视源电子科技股份有限公司) 2018年 12月 14日 (2018 - 12 - 14) 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															
Y	CN 108090433 A (厦门集微科技有限公司) 2018年 5月 29日 (2018 - 05 - 29) 权利要求1-11, 说明书第[0022]-[0041]段, 附图1-3	1-20															
Y	CN 110245550 A (北京云识图信息技术有限公司) 2019年 9月 17日 (2019 - 09 - 17) 说明书第[0069]-[0100]段, 附图1	1-20															
A	CN 108197574 A (张永刚) 2018年 6月 22日 (2018 - 06 - 22) 全文	1-20															
A	CN 109002790 A (广州视源电子科技股份有限公司) 2018年 12月 14日 (2018 - 12 - 14) 全文	1-20															
☐ 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 2020年 10月 27日		国际检索报告邮寄日期 2020年 11月 11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 郑悦 电话号码 (86-512) 88995768															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/093330

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	108090433	A	2018年 5月 29日	无	
CN	110245550	A	2019年 9月 17日	无	
CN	108197574	A	2018年 6月 22日	CN 108197574	B 2020年 9月 8日
CN	109002790	A	2018年 12月 14日	无	