

面部图像处理方法、面部图像处理模型的训练方法、装置、设备、存储介
质及程序产品

相关申请的交叉引用

5 本申请基于申请号为 202110963370.5、申请日为 2021 年 08 月 20 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本申请涉及计算机技术领域，尤其涉及一种面部图像处理方法、面部图像处理模型的训练方法、装置、设备、存储介质及程序产品。

10 背景技术

随着技术的发展，在电影特效和互联网社交等应用中，存在保持将面部图像中对象的风格的情况下，将对象的面部替换为其他对象的面部的需求，针对这种需求，就需要对面部图像进行处理。

15 相关技术中的面部图像处理方法，只考虑了面部的身份的保持，使得面部图像处理的准确性较低。

发明内容

本申请实施例提出了一种面部图像处理方法、面部图像处理模型的训练方法、装置、计算机设备、计算机可读存储介质及计算机程序产品，提高了面部图像处理的准确性。

20 本申请实施例提供了一种面部图像处理方法，该方法由计算机设备执行，包括：
获取源面部的面部图像和模板面部的面部模板图像；

对所述面部图像和所述面部模板图像进行三维面部建模，得到所述面部图像的三维面部图像特征和所述面部模板图像的三维面部模板图像特征；

将所述三维面部图像特征和所述三维面部模板图像特征进行融合，得到三维融合特征；

25 基于所述面部模板图像，对所述面部图像进行面部替换特征提取，得到初始面部替换特征；

基于所述三维融合特征对所述初始面部替换特征进行转换，得到目标面部替换特征；

30 基于所述目标面部替换特征，将所述面部模板图像中的模板面部替换为所述源面部，得到替换后的面部图像。

本申请实施例还提供了一种面部图像处理装置，包括：

第一获取单元，配置为获取源面部的面部图像和模板面部的面部模板图像；

35 三维面部建模单元，配置为对所述面部图像和所述面部模板图像进行三维面部建模，得到所述面部图像的三维面部图像特征和所述面部模板图像的三维面部模板图像特征；

第一融合单元,配置为将所述三维面部图像特征和所述三维面部模板图像特征进行融合,得到三维融合特征;

特征提取单元,配置为基于所述面部模板图像,对所述面部图像进行面部替换特征提取,得到初始面部替换特征;

- 5 转换单元,配置为基于所述三维融合特征对所述初始面部替换特征进行转换,得到目标面部替换特征;

第一替换单元,配置为基于所述目标面部替换特征,将所述面部模板图像中的模板面部替换为所述源面部,得到替换后的面部图像。

本申请实施例还提供了一种面部图像处理模型的训练方法,包括:

- 10 获取训练图像样本组,所述训练图像样本组包括面部图像样本、面部模板图像样本和面部参考图像样本;

利用面部图像处理模型,将所述面部模板图像样本中的模板面部替换为所述面部图像样本中的源面部,得到预测面部图像;

- 15 对所述预测面部图像进行三维面部轮廓点检测,得到所述预测面部图像的三维面部轮廓点,以及对所述面部参考图像样本进行三维面部轮廓点检测,得到所述面部参考图像样本的三维面部轮廓点;

获取所述预测面部图像的三维面部轮廓点和所述面部参考图像样本的三维面部轮廓点之间的差异,得到所述预测面部图像和所述面部参考图像样本之间的面部轮廓损失;

- 20 基于所述面部轮廓损失,更新所述面部图像处理模型的模型参数。

本申请实施例还提供了一种面部图像处理模型的训练装置,包括:

第二获取单元,配置为获取训练图像样本组,所述训练图像样本组包括面部图像样本、面部模板图像样本和面部参考图像样本;

- 25 第二替换单元,配置为利用面部图像处理模型,将所述面部模板图像样本中的模板面部替换为所述面部图像样本中的源面部,得到预测面部图像;

三维面部轮廓点检测单元,配置为对所述预测面部图像进行三维面部轮廓点检测,得到所述预测面部图像的三维面部轮廓点,以及对所述面部参考图像样本进行三维面部轮廓点检测,得到所述面部参考图像样本的三维面部轮廓点;

- 30 计算单元,配置为获取所述预测面部图像的三维面部轮廓点和所述面部参考图像样本的三维面部轮廓点之间的差异,得到所述预测面部图像和所述面部参考图像样本之间的面部轮廓损失;

调整单元,配置为基于所述面部轮廓损失,更新所述面部图像处理模型的模型参数。

- 35 本申请实施例还提供了一种计算机程序产品或计算机程序,该计算机程序产品或计算机程序包括计算机指令,该计算机指令存储在计算机可读存储介质中;计算机设备的处理器从计算机可读存储介质读取该计算机指令,处理器执行该计算机指令,以实现本申请实施例提供的上述方法。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令,所述计算机可执行指令被处理器执行时,实现本申请实施例提供的上述方法。

- 40 本申请实施例还提供一种计算机设备,所述计算机设备包括:

存储器,配置为存储可执行指令;

处理器,配置为执行所述存储器中存储的可执行指令时,实现本申请实施例提供的上述方法。

本申请实施例具有以下有益效果:

通过三维面部建模,得到面部图像的三维面部图像特征和面部模板图像的三维面部模板图像特征,由于提取得到的图像特征是三维特征,使得面部图像中面部轮廓即脸型特征能够得以保留,进而保证面部替换前后面部轮廓相一致;将三维面部图像特征和三维面部模板图像特征进行融合,得到三维融合特征,如此,使得进行面部替换后所得到的面部图像,既具有面部图像的特征,又具有面部模板图像的特征;基于面部模板图像,对面部图像进行面部替换特征提取,得到初始面部替换特征,基于三维融合特征对初始面部替换特征进行转换,得到目标面部替换特征,由于对初始面部替换特征进行转换,依据的是对三维面部图像特征和三维面部模板图像特征进行融合所得到的三维融合特征,使得转换得到的目标面部替换特征,既能够携带面部轮廓特征,又能够携带面部的身份特征,进而在基于目标面部替换特征,将面部模板图像中的模板面部替换为源面部后所得到的面部图像,显示效果更为自然及逼真,从而提高面部图像处理的准确性。

附图说明

- 图 1 是本申请实施例提供的方法的场景示意图;
- 图 2 是本申请实施例提供的面部图像处理方法的流程示意图;
- 图 3 是本申请实施例提供的面部图像处理方法的场景示意图;
- 图 4 是本申请实施例提供的面部图像处理方法的又一场景示意图;
- 图 5 是本申请实施例提供的面部图像处理模型的训练方法的流程示意图;
- 图 6 是本申请实施例提供的面部图像处理模型的训练方法的场景示意图;
- 图 7 是本申请实施例提供的面部图像处理方法的又一流程示意图;
- 图 8 是本申请实施例提供的面部图像处理模型的训练方法的又一流程示意图;
- 图 9 是本申请实施例提供的面部图像处理装置的结构示意图;
- 图 10 是本申请实施例提供的面部图像处理模型的训练装置的结构示意图;
- 图 11 是本申请实施例提供的终端的结构示意图。

具体实施方式

为使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,然而,所描述的实施例仅仅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。

在以下的描述中,涉及到“一些实施例”,其描述了所有可能实施例的子集,但是可以理解,“一些实施例”可以是所有可能实施例的相同子集或不同子集,并且可以在不冲突的情况下相互结合。

本申请实施例提出了一种面部图像处理方法,该面部图像处理方法可以由面部图像处理装置执行,该面部图像处理装置可以集成在计算机设备中。其中,该计算机设备可以包括终端以及服务器等中的至少一个。

在一些实施例中,为了更好地实施本申请实施例提出的面部图像处理方法,相应地,本申请实施例还提出了一种面部图像处理模型的训练方法,从而可以利用面部图像处理模型执行本申请实例提出的面部图像处理方法。本申请实施例提供的面部图像处理模型的训练方法可以由面部图像处理模型的训练装置执行,该面部图像处理模型的训练装置可以集成在计算机设备中。其中,该计算机设备可以包括终端以及服务器

等中的至少一个。

其中，终端可以为智能手机、平板电脑、笔记本电脑、个人电脑（Personal Computer, PC）、智能家居、可穿戴电子设备、虚拟现实（Virtual Reality, VR）/增强现实（Augmented Reality, AR）设备、车载计算机等等。服务器可以为多个异构系统之间的互通服务器或者后台服务器，还可以是独立的物理服务器，也可以是多个物理服务器构成的服务器集群或者分布式系统，还可以是提供云服务、云数据库、云计算、云函数、云存储、网络服务、云通信、中间件服务、域名服务、安全服务、以及大数据和人工智能平台等基础云计算服务的云服务器等等。

在一些实施例中，如图1所述，面部图像处理装置可以集成在终端或服务器等计算机设备上，以实施本申请实施例提出的面部图像处理方法。例如，计算机设备可以获取源面部的面部图像和模板面部的面部模板图像；对面部图像和面部模板图像进行三维面部建模，得到面部图像的三维面部图像特征和面部模板图像的三维面部模板图像特征；将三维面部图像特征和三维面部模板图像特征进行融合，得到三维融合特征；基于面部模板图像，对面部图像进行面部替换特征提取，得到初始面部替换特征；基于三维融合特征对初始面部替换特征进行转换，得到目标面部替换特征；基于目标面部替换特征，将面部模板图像中的模板面部替换为源面部，得到替换后的面部图像。

面部图像处理模型的训练装置可以集成在终端或服务器等计算机设备中，以实施本申请实施例提出的面部图像处理模型的训练方法。例如，计算机设备可以获取训练图像样本组，训练图像样本组包括面部图像样本、面部模板图像样本和面部参考图像样本；利用面部图像处理模型将面部模板图像样本中的模板面部替换为面部图像样本中的源面部，得到预测面部图像；对预测面部图像进行三维面部轮廓点检测，得到预测面部图像的三维面部轮廓点，以及对面部参考图像样本进行三维面部轮廓点检测，得到面部参考图像样本的三维面部轮廓点；获取预测面部图像的三维面部轮廓点和面部参考图像样本的三维面部轮廓点之间的差异，得到预测面部图像和面部参考图像样本之间的面部轮廓损失；基于面部轮廓损失，更新面部图像处理模型的模型参数，也即，对面部图像处理模型进行调整，得到训练后的面部图像处理模型。

其中，面部图像处理的过程可以看作是将面部模板图像中对象的面部替换为源图中对象的面部，可以理解为对面部模板图像中脸部对象进行换脸，以面部为人脸为例，所谓换脸指的是将面部模板图中人脸身份换成源图中的人，同时保持面部模板图中的人脸的姿态、表情、妆容和背景等元素中至少之一不变。在本申请实施例提出的面部图像处理方法通常可以应用在证件照制作、影视人像制作、游戏人物设计、虚拟形象、隐私保护等场景下。

其中，对面部图像处理模型的训练过程可以看作将多个训练图像样本组输入到面部图像处理模型中，从而使得面部图像处理模型可以从多个训练图像样本组中不断学习，并不断地总结出规律，最终可以精确地将面部模板图像中的模板面部替换为面部图像的源面部。

其中，需说明的是，本申请实施例提供的图像处理方法和面部图像处理模型的训练方法涉及到人工智能领域的计算机视觉技术，即在本申请实施例中，可以利用人工智能的计算机视觉技术将面部模板图像中的对象替换为面部图像的源对象，得到替换后面部图像。

本申请实施例将从面部图像处理装置的角度进行描述，该面部图像处理装置可以集成在计算机设备中，该计算机设备可以是服务器，也可以是终端等设备。

在一些实施例中，本申请实施例提供的面部图像处理方法可以由终端或服务器单独实现，或由终端及服务器协同实现，以服务器单独实现为例，如图2所述，提供了

一种面部图像处理方法，该方法包括：

101、服务器获取源面部的面部图像和模板面部的面部模板图像。

其中，面部图像包括源对象，所谓源对象可以为面部图像中包含对象，以面部图像为人脸图像为例，则源对象就可以为该人脸图像对应的人。源面部为提供面部对象
5 替换的面部对象源，与之相对应的是模板面部，该模板面部中包含了需要替换的面部对象以及需要保持的面部背景等其他元素。

例如，如图3所示，图3中的001可以是面部图像，图3中的002可以是面部模板图像，图中的003可以是替换后面部图像。从图3中可以看出，替换后面部图像003中保持了面部图像001脸部特征，同时还保持了面部模板图像002的姿态、表情、
10 妆容和背景等元素。

其中，获取面部图像和面部模板图像的方式可以有多种，比如，可以直接获取面部图像和面部模板图像，或者，当面部图像和面部模板图像的数量较多或者内存较大时，还可以间接获取面部图像和面部模板图像，具体可以如下：

(1) 直接获取面部图像和面部模板图像

例如，可以直接接收用户上传的原始面部图像和原始面部图像对应的图像处理信息，根据图像处理信息，在原始面部图像中筛选出源面部的面部图像和模板面部的面部模板图像，或者，在图像数据库或者网络上获取面部图像对，在面部图像对中任意
15 筛选出一个面部图像作为源面部的面部图像，将面部图像对中的另一个面部图像作为面部模板图像。

(2) 间接获取面部图像和面部模板图像

例如，可以接收终端发送的图像处理请求，该图像处理请求中携带原始面部图像的存储地址和图像处理信息，根据存储地址，在内存、缓存或第三方数据库中获取原始面部图像，根据图像处理信息，在原始面部图像中筛选出源面部的面部图像和模板面部的面部模板图像。

25 在一些实施例中，在成功获取到原始面部图像之后，还可以向终端发送提示信息，以提示终端成功获取到原始面部图像。

在一些实施例中，在成功获取到原始面部图像之后，还可以对原始面部图像中进行预处理，从而得到面部图像和面部模板图像，预处理的方式可以有多种，比如，可以将原始面部图像的尺寸调整为预设尺寸，或者，还可以使用面部关键点配准将原始面部图像中面部对象对齐到统一位置。
30

102、对面部图像和面部模板图像进行三维面部建模，得到面部图像的三维面部图像特征和面部模板图像的三维面部模板图像特征。

其中，三维面部图像特征可以包括在三维空间中指示面部图像特点的信息。例如，通过三维面部图像特征可以指示面部图像中源面部五官的特点、面部轮廓、纹理、角度和光照等信息。
35

其中，三维面部模板图像特征可以包括在三维空间中说明面部模板图像特点的特征。例如，三维面部模板图像特征可以包括：面部模板图像中模板面部的表情特征、纹理特征、角度特征和光照特征中至少之一。

在一些实施例中，三维面部图像特征中可以包括多个（即至少两个）特征，这些特征共同构成了三维面部图像特征。例如，三维面部图像特征可以包括源面部身份特征、面部轮廓特征、源面部表情特征、源面部纹理特征、源面部角度特征和源面部光照特征，等等。
40

其中，源面部身份特征包括能够说明三维面部图像中源面部身份的特征。譬如，通过身份特征，可以使得面部图像的源面部和其他面部图像的源面部区分开来，也即，

当面部图像中包括目标对象的面部时,该身份特征能够标识该目标对象,通过身份特征可以知道面部图像的源面部是谁。

其中,源面部表情特征包括能够说明面部图像中源面部的表情的特征;源面部纹理特征包括能够说明面部图像的纹理的特征;源面部角度特征包括能够说明面部图像中源面部的角度的特征,也即该源面部角度特征能够指示面部图像中源面部的朝向,例如,通过角度特征可以知道源面部是向左看还是向右看,或者是朝向正前方;源面部光照特征包括能够说明面部图像的明暗程度的特征。

在一些实施例中,三维面部模板图像特征也可以包括多个特征,这些特征共同构成了三维面部模板图像特征。例如,三维面部模板图像特征也可以包括模板面部身份特征、模板面部表情特征、模板面部纹理特征、模板面部角度特征和模板面部光照特征,等等。

在一些实施例中,当三维面部模板图像特征包括模板面部身份特征、模板面部表情特征、模板面部纹理特征、模板面部角度特征和模板面部光照特征时,能够在将面部模板图像中的模板面部替换为面部图像的源面部时,保留模板面部的表情、纹理、角度和光照等信息,而将模板面部中的身份替换为源面部的身份。例如,如图3所示,假设面部图像001中的人物为张三,而面部模板图像002中的人物为李四,面部替换只是将李四替换为张三,但是李四在面部模板图像002中表情、纹理、角度和光照等信息仍是保留的。

在一些实施例中,三维面部图像特征和三维面部模板图像特征可以有多种表现形式。例如,三维面部图像特征和三维面部模板图像特征可以是向量。又例如,三维面部图像特征和三维面部模板图像特征可以是矩阵,等等。

在一些实施例中,可以采用多种方式对面部图像和面部模板图像进行三维面部建模,得到面部图像的三维面部图像特征和面部模板图像的三维面部模板图像特征。

例如,可以利用三维面部建模模型分别对面部图像和面部模板图像进行三维面部建模,从而得到面部图像的三维面部图像特征和面部模板图像的三维面部模板图像特征。

其中,三维面部建模模型可以包括对图像进行三维建模,并从中获取到图像的三维特征模型。

例如,三维面部建模模型可以包括卷积神经网络(Convolutional Neural Networks, CNN)、深度残差网络(Deep residual network, ResNet)、三维面部重建模型(3DMM)等中的至少一种。

又例如,可以采用三维面部重建模型分别对面部图像和面部模板图像进行回归,从而对源面部和模板面部进行面部建模,并在三维面部重建模型中获取面部图像的多个源面部特征以及模板面部图像的多个模板面部特征。然后将多个源面部特征进行融合,从而得到三维面部图像特征,以及将多个模板面部特征进行融合,从而得到三维面部模板图像特征。

103、将三维面部图像特征和三维面部模板图像特征进行融合,得到三维融合特征。

在实际应用中,通过将三维面部图像特征和三维面部模板图像特征进行融合处理,得到三维融合特征,使得替换后面部图像既具有面部图像的特征,又具有面部模板图像的特征。

在一些实施例中,为了在将面部模板图像中的模板面部替换为面部图像的源面部时,能够保留模板面部5表情、纹理、角度和光照等信息,而将模板面部中的身份替换为源面部的身份,可以采用如下方式将源面部身份特征和模板面部图像特征进行融

合, 得到三维融合特征:

在三维面部图像特征中提取出面部图像的源面部身份特征;

在三维面部模板图像特征中提取出面部模板图像的模板面部图像特征;

将源面部身份特征和模板面部图像特征进行融合, 得到三维融合特征。

5 其中, 源面部身份特征包括能够表征三维面部图像中源面部身份的特征; 模板面部图像特征可以包括模板面部表情特征、模板面部纹理特征、模板面部角度特征和模板面部光照特征。

在一些实施例中, 可以利用多种方式将源面部身份特征和模板面部图像特征进行融合, 得到三维融合特征。

10 例如, 可以将源面部身份特征和模板面部图像特征进行拼接, 又例如, 可以将源面部身份特征和模板面部图像特征进行相加, 又例如, 可以将源面部身份特征和模板面部图像特征进行加权求和, 等等。

在一些实施例中, 可以将源面部身份特征和模板面部图像特征进行相加, 从而得到三维融合特征。

15 例如, 可以将源面部身份特征、模板面部表情特征、模板面部纹理特征、模板面部角度特征和模板面部光照特征进行相加, 从而得到三维融合特征。其中, 相加过程可以如下公式所示:

$$\begin{aligned} \text{gt}_{3d\text{feature}} = & \text{source}_{3d\text{feature}_{id}} + \text{target}_{3d\text{feature}_{expression}} + \text{target}_{3d\text{feature}_{texture}} \\ & + \text{target}_{3d\text{feature}_{angles}} + \text{target}_{3d\text{feature}_{gamma}} \end{aligned}$$

其中, 符号 $\text{gt}_{3d\text{feature}}$ 可以表示源面部身份特征, 符号 $\text{target}_{3d\text{feature}_{expression}}$ 可以表示模板面部表情特征, 符号 $\text{target}_{3d\text{feature}_{texture}}$ 可以表示模板面部纹理特征, 符号 $\text{target}_{3d\text{feature}_{angles}}$ 可以表示模板面部角度特征, 符号 $\text{target}_{3d\text{feature}_{gamma}}$ 可以表示 $\text{target}_{3d\text{feature}_{gamma}}$ 。

104、基于面部模板图像, 对面部图像进行面部替换特征提取, 得到初始面部替换特征。

25 在一些实施例中, 对面部图像和面部模板图像进行三维面部建模, 相当于从三维空间的角度出发对面部图像以及对面部模板图像进行处理。而基于面部模板图像, 对面部图像进行面部替换特征提取处理则相当于从二维空间的角度出发对面部模板图像以及面部图像进行处理。

30 通过分别从二维空间以及三维空间的角度出发, 可以获取到面部图像和面部模板图像更多的特征, 从而使得在进行面部替换处理时, 有更加多的信息依据, 从而提高了面部图像处理方法的准确性。

其中, 初始面部替换特征可以包括将面部图像和面部模板图像之间形成映射关系的特征。

35 在一些实施例中, 可以利用多种方式基于面部模板图像, 对面部图像进行面部替换特征提取处理, 得到初始面部替换特征。

例如, 可以利用卷积神经网络 (Convolutional Neural Networks, CNN)、生成对抗网络 (Generative Adversarial Networks, GAN) 等机器学习网络基于面部模板图像, 对面部图像进行面部替换特征提取处理, 得到初始面部替换特征。

40 GAN 作为深度学习的一种方法, 与普通神经网络不同, GAN 由两个主要网络构成, 一个是生成器或称为生成网络 (Generator Network), 另一个是判别器或称为判

别网络 (Discriminator Network)。而 GAN 的核心逻辑就是生成器和判别器相互对抗、相互博弈。

其中,生成器可以是神经网络,其作用是生成内容。例如,生成器可以生成一张图片、一段文字或一段视频等等。

- 5 其中,判别器也可以是神经网络,其作用是对输入判别器中的内容进行判别。例如,以图片为例,判别器的目标是判断输入判别器的图片是生成器生成的图片还是真实图片。

其中,生成器可以包括解码器和编码器。编码器的作用是现实数据的压缩,将高维数据压缩成低维数据。而解码器的作用是将压缩数据还原成原始数据。

- 10 又例如,可以利用由多个卷积神经网络构成的机器学习网络基于面部模板图像,对面部图像进行面部替换特征提取处理,得到初始面部替换特征。

例如,可以将面部图像和面部替换图像输入到由多个卷积神经网络构成的机器学习网络中,然后,该机器学习网络会将面部图像和面部替换图像的分辨率不断降低,并在隐空间中将两者编码成初始面部替换特征。

- 15 其中,隐空间包括机器学习网络的结构所形成的空间。例如,该机器学习网络包括输入层、输出层以及在输入层和输出层中间的若干个卷积层,则这若干个卷积层就可以构成隐空间。

在一些实施例中,基于面部模板图像,可采用如下方式对面部图像进行面部替换特征提取,得到初始面部替换特征:

- 20 对面部模板图像进行编码,得到面部模板图像的第一编码特征;

对面部图像进行编码,得到面部图像的第二编码特征;

基于第二编码特征,对第一编码特征进行调整,得到初始面部替换特征。

105、基于三维融合特征对初始面部替换特征进行转换,得到目标面部替换特征。

- 25 在一些实施例中,三维融合特征可以指示面部图像和面部模板图像在三维空间中的关系,而初始面部替换特征可以指示面部图像和面部模板图像在二维空间中的关系。为了提高面部替换的准确度,可以基于三维融合特征,对初始面部替换特征进行转换,得到目标面部替换特征;例如,可以将三维融合特征和初始面部替换特征映射到同一空间,得到目标面部替换特征。

- 30 在一些实施例中,基于三维融合特征,可以利用多种方式对初始面部替换特征进行转换,得到目标面部替换特征。

示例性地,基于三维融合特征,可以利用范数的方式对初始面部替换特征进行转换,得到目标面部替换特征。例如,基于三维融合特征,可以利用 L1 范数或 L2 范数等方式对初始面部替换特征进行转换,得到目标面部替换特征。

- 35 在一些实施例中,基于所述三维融合特征,还可以通过如下方式对所述初始面部替换特征进行转换,得到目标面部替换特征:

对三维融合特征进行第一逻辑运算,得到运算后的三维面部图像特征,以及对初始面部替换特征进行第二逻辑运算,得到运算后的面部替换特征;

对初始面部替换特征和运算后的面部替换特征,进行第三逻辑运算,得到运算后的面部替换特征;

- 40 将运算后的面部替换特征和运算后的三维面部图像特征进行第四逻辑运算,得到目标面部替换特征。

其中,第一逻辑运算及第二逻辑运算可以包括求数据的均值、求数据的方差、求数据的标准差或者求数据的协方差,等等。

其中,第三逻辑运算及第四逻辑运算可以包括利用加、减、乘、除等对数据进行

处理的方式。例如，第三逻辑运算及第四逻辑运算可以包括将数据进行相除，又例如，第三逻辑运算及第四逻辑运算可以包括将数据进行相减，等等。

在一些实施例中，基于三维融合特征，还可以利用自适应实例正则化（Adaptive Instance Normalization, AdaIN）对初始面部替换特征进行转换，得到目标面部替换特征。

其中，AdaIN 是一种可以将三维融合特征的均值和方差对齐到初始面部替换特征的均值和方差上的方法，从而实现图像的特征转换。例如，AdaIN 可以将三维融合特征的均值和方差对齐到初始面部替换特征的均值和方差上，从而得到特征的替换。

其中，基于三维融合特征，利用 AdaIN 对初始面部替换特征进行转换处理，得到目标面部替换特征，可以如下：

$$\text{AdaIN}(x, y) = \sigma(y) \left(\frac{x - \mu(x)}{\sigma(x)} \right) + \mu(y)$$

其中，x 可以表示初始面部替换特征，y 可以表示三维融合特征。 $\sigma()$ 和 $\mu()$ 可以分别表示均值和标准差。 $\text{AdaIN}(x, y)$ 可以表示目标面部替换特征。

在一些实施例中，可以根据 AdaIN 对三维融合特征进行逻辑运算（如加、减、乘、除等），得到运算后的三维面部图像特征，以及对初始面部替换特征进行逻辑运算，得到运算后的面部替换特征。例如，可以根据 AdaIN 求对三维融合特征的均值和标准差，以及求初始面部替换特征的均值和标准差。

这里，三维融合特征包括至少两个子三维融合特征（如子三维融合特征可以为三维面部身份特征、三维面部表情特征、三维面部纹理特征、三维面部角度特征及面部光照特征），每个所述子三维融合特征对应一个特征维度；相应的，可采用如下方式对三维融合特征进行第一逻辑运算，得到运算后的三维面部图像特征：确定至少两个子三维融合特征的标准差，并将该标准差作为运算后的三维面部图像特征。

然后，可以根据 AdaIN 将初始面部替换特征和运算后的面部替换特征进行逻辑运算处理，得到运算后的面部替换特征。例如，可以将初始面部替换特征和初始面部替换特征的标准差进行相减之后相除，从而得到运算后面部替换特征。

接下来，可以根据 AdaIN 将运算后面部替换特征和统计后三维面部图像特征进行逻辑运算处理，得到目标面部替换特征。例如，可以将运算后面部替换特征和统计后三维面部图像特征的均值进行相乘之后相加，从而得到目标面部替换特征。

106、基于目标面部替换特征，将面部模板图像中的模板面部替换为源面部，得到替换后的面部图像。

在一些实施例中，为了提高替换后面部图像中的面部和原面部的相似程度，从而提高面部图像处理方法的精确度，可以对面部图像进行特征提取，得到面部图像的面部特征，然后，基于目标面部替换特征和面部图像的面部特征，将面部模板图像中的模板面部替换为源面部，得到替换后的面部图像。

其中，对面部图像进行特征提取可以包括通过一些数字来表征面部信息，而这些数据可以指面部图像的面部特征。

在一些实施例中，本申请实施例中的面部特征可以是源面部的几何特征，也可以是源面部的表征特征；其中，几何特征是指眼睛、鼻子和嘴等面部特征之间的几何关系，如距离、面积和角度等；源面部的表征特征是利用面部图像的灰度信息，通过一些算法提取全局或局部特征。

在一些实施例中，可以利用多种方式对面部图像进行特征提取，得到面部图像的面部特征。

例如,当面部特征是源面部的几何特征时,可以对面部图像进行点位生成,得到面部图像中面部部位特征点的位置信息;然后,可以分别计算面部部位特征点的位置信息之间的空间差异,并将该空间差异作为面部特征。

又例如,当面部特征是源面部的表征特征时,可以利用卷积核对面部图像进行卷积提取,得到面部图像的卷积结果,然后将面部图像的卷积结果进行回归处理,得到面部特征。

又例如,还可以利用可以提取面部特征的机器学习网络对面部图像进行特征提取。譬如,可以利用 CNN、深度神经网络(Deep Neural Networks, DNN)等对面部图像进行特征提取,得到面部图像的面部特征。

在一些实施例中,可以利用训练得到的面部图像处理模型,基于目标面部替换特征和面部图像的面部特征,将面部模板图像中的模板面部替换为源面部,得到替换后的面部图像。例如,利用 GAN,基于目标面部替换特征和面部图像的面部特征,将面部模板图像中的模板面部替换为源面部,得到替换后的面部图像。

在一些实施例中,训练得到的图像处理模型的模型结构可以包括三维面部建模网络、面部特征提取网络和对抗生成网络。其中,对抗生成网络可以包括生成器和判别器。其中,生成器可以包括编码器和解码器。

其中,三维面部建模网络可以是 ResNet 网络,三维面部建模网络可以配置为对面部图像和面部模板图像进行三维面部建模,得到面部图像的三维面部图像特征和面部模板图像的三维面部模板图像特征。此外,三维面部建模网络还可以配置为将三维面部图像特征和三维面部模板图像特征进行融合,得到三维融合特征。

其中,面部特征提取网络可以是 CNN 网络,面部特征提取网络可以配置为对面部图像进行特征提取,得到面部特征。

其中,编码器可以基于面部模板图像,对面部图像进行面部替换特征提取,得到初始面部替换特征。

其中,解码器可以基于目标面部替换特征和面部图像的面部特征,将面部模板图像中的模板面部替换为源面部,得到替换后的面部图像。例如,可以利用解码器对目标面部替换特征和面部图像的面部特征进行解码,得到解码后面部替换特征和解码后面部特征。然后将解码后面部替换特征和解码后面部特征进行融合,得到融合后的面部特征。接下来,可以将融合后的面部特征映射到预设概率分布空间中,得到融合后面部特征的概率分布。并基于融合后面部特征的概率分布生成替换后面部图像。

其中,预设概率分布空间是在解码器中一个数学空间。该预设概率分布空间是在对面部图像处理模型进行训练的过程中不断形成的空间,可以依据特征生成和训练目的相符的内容。

在本申请实例中,利用了三维面部轮廓点对面部图像处理模型进行训练,从而使得通过训练后面部图像处理模型得到的替换后面部图像可以保持面部图像中源面部的面部轮廓,从而使得面部图像处理的效果更加地逼真,从而提高了面部图像处理的准确度。

例如,如图 4 所述。其中,图 4 中的 011 可以是面部图像,图 4 中的 012 可以是面部模板图像,图 4 中的 013 可以是利用相关技术得到的替换后面部图像,图 4 中的 014 可以是利用训练后的面部图像处理模型得到的替换后面部图像,通过将图 4 中的 013 和 014 进行对比,可以明确地看出 014 中的面部和 011 中的面部更加相似。

本申请实施例提出了一种面部图像处理方法,该面部图像处理方法包括:获取源面部的面部图像和模板面部的面部模板图像;对面部图像和面部模板图像进行三维面部建模,得到面部图像的三维面部图像特征和面部模板图像的三维面部模板图像特

征;将三维面部图像特征和三维面部模板图像特征进行融合,得到三维融合特征;基于面部模板图像,对所述面部图像进行面部替换特征提取,得到初始面部替换特征;基于三维融合特征对初始面部替换特征进行转换,得到目标面部替换特征;基于目标面部替换特征和面部图像的面部特征,将面部模板图像中的模板面部替换为源面部,得到替换后面部图像。本申请实施例通过分别从二维空间以及三维空间的角度出发,结合了三维融合特征及二维的面部特征,可以获取到面部图像和面部模板图像更多的特征,从而使得在进行面部替换处理时,有更加多的信息依据,从而提高了面部图像处理方法的准确性。

本申请实施例还相应地提出了一个面部图像处理模型的训练方法。接下来,本申请实施例将从面部图像处理模型的训练装置的角度进行描述,该面部图像处理模型的训练装置可以集成在计算机设备中,该计算机设备可以是服务器,也可以是终端等设备。

在一些实施例中,本申请实施例提供的面部图像处理模型的训练方法可以由终端或服务器单独实现,或由终端及服务器协同实现,以服务器单独实现为例,如图5所述,提供了一种面部图像处理模型的训练方法,包括:

201、服务器获取训练图像样本组,训练图像样本组包括面部图像样本、面部模板图像样本和面部参考图像样本。

其中,训练图像样本组包括对预设面部图像处理模型进行训练是用到的数据。

在一些实施例中,训练图像样本组包括面部图像样本、面部模板图像样本和面部参考图像样本。

其中,面部图像样本可以对应面部图像。面部模板图像样本可以对应面部模板图像。其中,面部图像样本中也包括源面部,而面部模板图像样本中包括模板面部。例如,如图6所示,图6中的015可以是面部图像样本,016可以是面部模板图像样本。

面部参考图像样本包括利用面部图像和面部模板图像样本合成的参考图像。该面部参考图像样本不仅具有面部图像中源面部的信息,还具有面部模板图像样本中模板面部的纹理、角度、光照和表情等图像信息。该面部参考图像样本可以相当于替换后面部图像,区别点在于面部参考图像样本是人工合成的。此外,面部参考图像样本相当于开发人员的训练目的,其作用是在对图像处理模型进行训练的过程中,给图像处理模型起一个参考作用,从而使得训练后图像处理模型可以生成符合要求的内容。

在一些实施例中,可以有多种方式获取训练图像样本组。例如,可以直接从开源网站中获取训练图像样本组。又例如,可以通过收集面部图像样本和面部模板图像样本,并利用面部图像样本和面部模板图像样本合成面部参考图像样本,从而得到训练图像样本组。

202、利用面部图像处理模型,将面部模板图像样本中的模板面部替换为面部图像样本中的源面部,得到预测面部图像。

其中,预测面部图像可以包括将面部模板图像样本中的模板面部替换为面部图像样本中的源面部之后得到的图像。例如,如图6所示,图6中的017可以是预测面部图像。

其中,面部图像处理模型包括准备训练的面部图像处理模型。

其中,预设面部图像处理模型的结构和步骤106中训练后面部图像处理模型相同,只是该准备训练的面部图像处理模型生成的预测面部图像还不符合训练目的。

在一些实施例中,利用面部图像处理模型,将面部模板图像样本中的模板面部替换为面部图像样本中的源面部,得到预测面部图像包括:

利用面部图像处理模型,对面部图像样本和面部模板图像样本进行三维面部建

模,得到面部图像样本的三维面部图像样本特征和面部模板图像样本的三维面部模板图像样本特征;

利用面部图像处理模型将三维面部图像样本特征和三维面部模板图像样本特征进行融合,得到融合后的三维面部图像样本特征;

5 利用面部图像处理模型基于面部模板图像样本,对面部图像样本进行面部替换特征提取,得到初始面部替换样本特征;

利用面部图像处理模型基于融合后的三维面部图像样本特征,对初始面部替换样本特征进行转换,得到目标面部替换样本特征;

10 利用面部图像处理模型,基于目标面部替换样本特征和面部图像样本的面部特征,将面部模板图像样本中的模板面部替换为面部图像样本的源面部,得到预测面部图像。

例如,如图6所示,可以对面部模板图像样本和面部图像样本进行三维面部建模,得到面部图像样本的三维面部图像样本特征和面部模板图像样本的三维面部模板图像样本特征。然后,面部图像处理模型可以将三维面部图像样本特征和三维面部模板图像样本特征进行融合,得到融合后的三维面部图像样本特征。此外,面部图像处理模型基于面部模板图像样本,对面部图像样本进行面部替换特征提取,得到初始面部替换样本特征。然后,预设面部图像处理模型可以利用 AdaIN 将融合后三维面部图像样本特征注入到初始面部替换样本特征。其中,图6中的三维特征可以包括融合后三维面部图像样本特征。

20 203、对预测面部图像进行三维面部轮廓点检测,得到预测面部图像的三维面部轮廓点,以及对面部参考图像样本进行三维面部轮廓点检测,得到面部参考图像样本的三维面部轮廓点。

其中,三维面部轮廓点包括从三维空间中说明图像中面部轮廓的信息点。例如,通过预测面部图像的三维面部轮廓点,可以知道预测面部图像中预测面部的轮廓信息。又例如,通过面部参考图像样本的三维面部轮廓点,可以知道面部参考图像样本中面部的轮廓信息。

25 在一些实施例中,为了提高面部图像处理的准确性,在本申请实施例可以利用三维面部轮廓点对面部图像处理模型进行训练。所以,可以对预测面部图像进行三维面部轮廓点检测,得到预测面部图像的三维面部轮廓点,以及对面部参考图像样本进行三维面部轮廓点检测,得到面部参考图像样本的三维面部轮廓点。

例如,可以将预测面部图像投影到三维空间中,并在三维空间中搜索预测面部图像的三维面部轮廓点。

又例如,可以对预测面部图像进行三维面部建模,得到预测面部图像的三维预测面部图像特征;对三维预测面部图像特征进行三维关键点投影,得到预测面部图像的三维面部关键点;基于三维面部关键点,从三维面部关键点中筛选出三维面部轮廓点。

35 其中,三维预测面部图像特征可以在三维空间中指示预测面部图像特点。例如,三维预测面部图像特征可以指示预测面部图像中预测面部五官的特点、面部轮廓,纹理,角度和关照等信息。

其中,三维预测面部图像特征中可以包括多个特征,这些特征共同构成了三维预测面部图像特征。例如,三维预测面部图像特征可以包括预测面部身份特征、预测面部表情特征、预测面部纹理特征、预测面部角度特征和预测面部光照特征,等等。

其中,三维面部关键点包括具有预测面部的信息的多个关键点,如包括用于指示预测面部特征的所有关键点。

在一些实施例中,如图6所示,可以如图6中的018对预测面部图像进行三维面

部建模,得到预测面部图像的三维预测面部图像特征;然后对三维预测面部图像特征进行三维关键点投影,得到预测面部图像的三维面部关键点。然后,可以如图6中的019基于三维面部关键点,从三维面部关键点中筛选出三维面部轮廓点。

5 在一些实施例中,可以利用投影函数对三维预测面部图像特征进行三维关键点投影,得到预测面部图像的三维面部关键点。例如,可以根据下述公式对三维预测面部图像特征进行三维关键点投影,得到预测面部图像的三维面部关键点:

$$result_3d_points = reconstruction_without_tex(result_3d_feature)$$

其中, $result_3d_points$ 可以是三维面部关键点; $result_3d_feature$ 可以是三维预测面部图像特征; $reconstruction_without_tex()$ 可以是投影函数。

10 其中,投影函数可以是多种类型的函数。例如,投影函数可以是开放图形库(Open Graphics Library, OpenGL)中的 $glOrtho()$ 、 $glFrustum()$ 或 $gluPerspective()$ 等等。

15 在一些实施例中,可以基于预测面部身份特征和预测面部表情特征,得到预测面部图像的三维面部关键点。例如,对三维预测面部图像特征进行三维关键点投影,得到预测面部图像的三维面部关键点,包括:

从三维预测面部图像特征中提取出预测面部图像的预测面部身份特征和预测面部表情特征;

利用预设传递参数将预测面部身份特征和预测面部表情特征进行三维关键点投影,得到预测面部图像的三维面部关键点。

20 其中,预设传递参数包括预先设置好的,可以实现信息传递的参数。

在一些实施例中,可以按照下列公式将预测面部身份特征和预测面部表情特征进行三维关键点投影,得到预测面部图像的三维面部关键点:

$$result_3d_points = idBase * id_coeff + exBase * ex_coeff + meanshape$$

25 其中, id_coeff 可以是预测面部身份特征, ex_coeff 可以是预测面部表情特征, $idBase$ 、 $exBase$ 和 $meanshape$ 可以是预设传递参数。

在一些实施例中,在得到三维面部关键点之后,可以基于三维面部关键点,从三维面部关键点中筛选出三维面部轮廓点。

30 例如,可以获取三维面部关键点的位置信息,然后基于三维面部关键点的位置信息从三维面部关键点中筛选出三维面部轮廓点。譬如,可以将位置信息处于边缘的三维面部关键点确定为三维面部轮廓点。

又例如,可以根据三维面部关键点的输出顺序筛选出三维面部轮廓点。在一些实施例中,三维面部关键点的输出顺序是根据预先的设置规定好的。例如,有68个三维面部关键点,其中前17个可以是三维面部轮廓点,所以可以将输出顺序在前17位的三维面部关键点确定位三维面部轮廓点。

35 204、获取预测面部图像的三维面部轮廓点和面部参考图像样本的三维面部轮廓点之间的差异,得到预测面部图像和所述面部参考图像样本之间的面部轮廓损失。

在一些实施例中,在得到三维面部轮廓点之后,可以计算预测面部图像的三维面部轮廓点和面部参考图像样本的三维面部轮廓点之间的差异,得到预测面部图像和所述面部参考图像样本之间的面部轮廓损失。

40 例如,可以将预测面部图像的三维面部轮廓点和面部参考图像样本的三维面部轮廓点进行求差,从而得到面部轮廓损失;又例如,可以求预测面部图像的三维面部轮廓点和面部参考图像样本的三维面部轮廓点之间的宇轩相似度,从而得到面部轮廓损

失。

譬如,当将预测面部图像的三维面部轮廓点和面部参考图像样本的三维面部轮廓点进行求差时,可以按照下列公式进行:

$$3d_point_loss = abs(gt_3d_OutlookPoint - result_3d_OutlookPoint)$$

5 其中, $gt_3d_OutlookPoint$ 可以是面部参考图像样本的三维面部轮廓点, $result_3d_OutlookPoint$ 可以是预测面部图像的三维面部轮廓点, $3d_point_loss$ 可以是面部轮廓损失, $abs()$ 可以是绝对值符号。

在一些实施例中,为了提高训练后的面部图像处理模型的性能,使得训练后的面部图像处理模型能够生成符合要求的图像,可以从其他的多个维度上计算损失,并利用面部轮廓损失和其他维度上的损失对预设面部图像处理模型进行调整,也即结合面部轮廓损失和其他维度上的损失,更新面部图像处理模型的模型参数。

例如,如图6所示,可以计算面部图像样本和预测面部图像之间的面部特征损失,从而使得除了利用面部轮廓损失对预设面部图像处理模型进行调整,还可以利用其他损失对预设面部图像处理模型进行调整。

15 例如,计算面部参考图像样本和预测面部图像之间除了三维面部轮廓点以外的差异,得到面部参考图像样本和预测面部图像的第一损失,第一损失包括除了面部轮廓损失以外的损失;

计算面部图像样本和预测面部图像之间的面部特征损失,并将第一损失和面部特征损失进行融合,得到第二损失;如此,可基于第二损失更新面部图像处理模型的模型参数。

20 其中,除了面部轮廓损失以外的损失可以包括其他维度上的损失。例如,其他维度上的损失可以包括像素损失、特征损失和判别损失中至少之一。

25 其中,像素损失可以包括面部参考图像样本和预测面部图像在像素级别上的损失;特征损失可以包括面部参考图像样本和预测面部图像在特征级别上的损失。例如,特征损失可以指面部参考图像样本的面部和预测面部图像的预测面部之间的差异。

在一些实施例中,面部图像处理模型中具有判别器,判别器的作用是识别出生成器生成的图像是否是真实的图像。所以,判别损失可以包括判别器对面部参考图像样本和预测面部图像进行判别后生成的信息。

30 在一些实施例中,当第一损失包括像素损失、特征损失和判别损失时,计算面部参考图像样本和预测面部图像之间除了三维面部轮廓点以外的差异,得到面部参考图像样本和预测面部图像的第一损失,包括:

计算面部参考图像样本和预测面部图像之间的像素差异,得到像素损失;

计算面部参考图像样本和预测面部图像之间的特征,得到特征损失;

计算面部参考图像样本和预测面部图像之间的判别差异,得到判别损失。

35 在一些实施例中,在计算面部参考图像样本和预测面部图像之间的像素差异时,可以提取面部参考图像和预测面部图像的像素信息,然后计算像素信息之间的差异,从而得到像素损失。

40 例如,可以提取面部参考图像样本在颜色通道上的值,以及提取预测面部图像在颜色通道上的值,并将两者进行相减后求绝对值,从而得到像素损失。譬如,可以如下公式所示:

$$Resconstruction_{loss} = abs(result - gt_img)$$

其中, $result$ 可以是预测面部图像的像素信息, gt_img 可以是面部参考图像样本的像素信息, $Resconstruction_{loss}$ 可以是像素损失。

在一些实施例中,由于面部图像处理模型中可以对图像在三维空间中进行特征提取以及在二维空间中进行特征提取,所以特征损失可以包括二维特征损失和三维特征损失,相应的,计算面部参考图像样本和预测面部图像之间的特征差异,得到特征损失,可以包括:

5 计算面部参考图像样本和预测面部图像之间的二维特征差异,得到二维特征损失;

计算面部参考图像样本和预测面部图像之间的三维特征差异,得到三维特征损失;

将二维特征损失和三维特征损失进行融合,得到特征损失。

10 其中,二维特征差异可以包括面部参考图像样本和预测面部图像在二维空间中特征的差异。例如,二维特征差异可以包括面部参考图像样本的图像特征和预测面部图像的图像特征上的差异。

其中,三维特征差异可以包括面部参考图像样本和预测面部图像在三维空间中特征的差异。例如,三维特征差异可以包括面部参考图像样本的三维面部参考图像样本特征和预测面部图像的三维预测面部图像特征之间的差异。

15 在一些实施例中,在计算面部参考图像样本和预测面部图像之间的二维特征差异时,可以分别对面部参考图像样本和预测面部图像进行特征提取,得到面部参考图像样本的图像特征以及预测面部图像的图像特征,然后,计算面部参考图像样本的图像特征以及预测面部图像的图像特征之间的差异。

20 例如,可以利用 Alexnet 网络对面部参考图像样本和预测面部图像进行特征提取,得到面部参考图像样本的图像特征以及预测面部图像的图像特征。

其中, Alexnet 网络由 5 个卷积层和 3 个全连接层组成。其中, 5 个卷积层可以配置为对图像进行特征提取,且每个层之间具有信息传递的关系。例如,第一个卷积层对图像进行特征提取之后,会将提取得到的信息传递给第二个卷积层。然后,第二个卷积层会将第一个卷积层提取到的特征继续进行特征提取,并将提取到的特征传递给第三个卷积层。以此类推,最后第五个卷积层会将提取到的特征传递给全连接层。

25 在一些实施例中,可以利用多种方式计算面部参考图像样本的图像特征以及预测面部图像的图像特征之间的差异。

30 例如,可以利用图像感知相似度指标(LPIPS)计算面部参考图像样本的图像特征以及预测面部图像的图像特征之间的差异。又例如,可以利用求差的方式计算二维特征损失。又例如,可以利用余弦相似度的方式计算二维特征损失,等等。

在一些实施例中,当利用 Alexnet 网络对图像进行特征提取时,可以计算每个卷积层中面部参考图像样本的图像特征以及预测面部图像的图像特征之间的差异。

35 例如,利用 Alexnet 网络对面部参考图像样本进行特征提取,得到 `gt_img_feal1`、`gt_img_feal2`、`gt_img_feal3` 和 `gt_img_feal4`。其中, `gt_img_feal1`、`gt_img_feal2`、`gt_img_feal3` 和 `gt_img_feal4` 可以分别指 Alexnet 网络中其中 4 个卷积层输出的面部参考图像样本的特征。

同理,可以利用 Alexnet 网络对预测面部图像进行特征提取,得到 `result_feal1`、`result_feal2`、`result_feal3` 和 `result_feal4`。其中, `result_feal1`、`result_feal2`、`result_feal3` 和 `result_feal4` 可以分别指 Alexnet 网络中其中 4 个卷积层输出的预测面部图像的特征。

然后,可以依据下列公式计算二维特征损失:

Two_loss = abs(result_feal1 - gt_img_feal1) + abs(result_feal2 -
gt_img_feal2) + abs (result_feal3 - gt_img_feal3) +
abs (result_feal4 - gt_img_feal4)

其中, Two_loss可以是二维特征损失。

5 在一些实施例中, 可以对面部参考图像样本和预测面部图像进行面部建模, 得到面部参考图像样本的三维面部参考图像样本特征和预测面部图像的三维预测面部图像特征, 然后可以计算三维面部参考图像样本特征和三维预测面部图像特征之间的差异。

10 在一些实施例中, 也可以利用多种方式计算三维面部参考图像样本特征和三维预测面部图像特征之间的差异。例如, 可以利用图像感知相似度指标 (LPIPS) 计算三维特征损失。又例如, 可以利用求差的方式计算三维特征损失。又例如, 可以利用余弦相似度的方式计算三维特征损失, 等等。

在一些实施例中, 可以按照下列公式计算三维特征损失:

$$3d_{feature_loss} = abs(gt_{3d_{feature}} - result_{3d_{feature}})$$

15 其中, $3d_{feature_loss}$ 可以表示三维特征损失, $gt_{3d_{feature}}$ 可以表示三维面部参考图像样本特征, $result_{3d_{feature}}$ 可以表示三维预测面部图像特征。

在一些实施例中, 在得到二维特征损失和三维特征损失之后, 可以将二维特征损失和三维特征损失进行融合, 得到特征损失。例如, 可以将二维特征损失和三维特征损失进行相加, 得到特征损失。又例如, 可以将二维特征损失和三维特征损失加权后求和, 得到特征损失。

20 在一些实施例中, 在计算面部参考图像样本和预测面部图像之间的判别差异时, 可以将面部参考图像样本和预测面部图像进行尺度变换, 并利用判别器对尺度变换后的图像进行判别, 从而提高判别损失的丰富性。例如, 分别对面部参考图像样本和预测面部图像进行尺度变换处理, 得到至少一个尺度变换后的面部参考图像样本、和至少一个尺度变换后的预测面部图像;

25 分别对至少一个尺度变换后面部参考图像样本和至少一个尺度变换后预测面部图像进行判别处理, 得到尺度变换后面部参考图像样本的第一判别特征和尺度变换后预测面部图像的第二判别特征;

基于第一判别特征和第二判别特征计算所述判别损失。

30 其中, 尺度变换可以指改变图像的尺寸。例如, 图像的尺寸为长 256 × 宽 256, 通过尺度变换, 可以将图像的尺寸改变为长 128 × 宽 128。

例如, 面部参考图像样本的原尺寸为 a, 可以通过尺度变换处理, 得到尺寸为 1/2a 的面部参考图像样本, 和尺寸为 1/4a 的面部参考图像样本。

同理, 假设预测面部图像的原尺寸为 b, 可以通过尺度变换处理, 得到尺寸为 1/2b 的预测面部图像和尺寸为 1/4b 的预测面部图像。

35 接下来, 可以分别对至少一个尺度变换后面部参考图像样本和至少一个尺度变换后预测面部图像进行判别, 得到尺度变换后的面部参考图像样本的第一判别特征和尺度变换后的预测面部图像的第二判别特征。

例如, 可以将原尺寸为 a 的面部参考图像样本、尺寸为 1/2a 的面部参考图像样本和尺寸为 1/4a 的面部参考图像样本输入到判别器中, 得到判别结果。

40 譬如, 将原尺寸为 a 的面部参考图像样本、尺寸为 1/2a 的面部参考图像样本和尺寸为 1/4a 的面部参考图像样本输入到判别器之后, 得到的判别结果分别为 D (gt_img)、D (gt_img_1/2) 和 D (gt_img_1/4)。其中, 符号 D () 可以表示判别器

的判别结果。gt_img 可以指原尺寸为 a 的面部参考图像样本, gt_img_1/2 可以指尺寸为 1/2a 的面部参考图像样本, gt_img_1/4 可以指尺寸为 1/4a 的面部参考图像样本。

在一些实施例中, 判别结果一般用特征来表示。例如, D () 一般是一个在 0 至 1 之间的数值, 其中, 当判别结果为 1 时, 说明图像通过判别, 而当判别结果为 0 时, 说明图像未通过判别。

例如, 第一判别特征可以包括 D (gt_img)、D (gt_img_1/2) 和 D (gt_img_1/4)。

又例如, 可以将原尺寸为 b 的预测面部图像、尺寸为 1/2b 的预测面部图像和尺寸为 1/4b 的预测面部图像输入到判别器中, 得到判别结果。

譬如, 将原尺寸为 b 的预测面部图像、尺寸为 1/2b 的预测面部图像和尺寸为 1/4b 的预测面部图像输入到判别器中, 得到判别结果分别为 D (result)、D (result_1/2) 和 D (result_1/4)。其中, result 可以指原尺寸为 b 的预测面部图像, result_1/2 可以指尺寸为 1/2a 的预测面部图像, result_1/4 可以指尺寸为 1/4a 的预测面部图像。

其中, 第二判别特征可以包括判别器的判别结果。例如, 第二判别特征可以包括 D (result)、D (result_1/2) 和 D (result_1/4)。

在一些实施例中, 可以利用求差的方式计算判别损失。又例如, 可以利用余弦相似度的方式计算判别损失, 等等。

在一些实施例中, 可以根据下列方式计算判别损失:

$$D_loss = 1/3 * (-\log D(gt_img) - \log D(result) - \log D(gt_img_1/2) - \log D(result_1/2) - \log D(gt_img_1/4) - \log D(result_1/4))$$

$$-\log D(gt_img_1/2) - \log D(result_1/2)$$

$$-\log D(gt_img_1/4) - \log D(result_1/4))$$

其中, D_loss 可以是判别损失。

在一些实施例中, 为了使得预测面部图像中预测面部的身份特征和面部图像样本中源面部的身份特征尽量相似, 所以还可以计算面部图像样本和预测面部图像样本之间的面部特征损失。

例如, 可以对预测面部图像和面部图像样本进行面部特征提取, 得到预测面部图像的面部特征和面部图像样本的面部特征。然后, 计算预测面部图像的面部特征和面部图像样本的面部特征间的面部特征损失。

在一些实施例中, 可以利用求差的方式计算二维特征损失。又例如, 可以利用余弦相似度的方式计算二维特征损失, 等等。

在一些实施例中, 可以按照下式计算二维特征损失:

$$id_loss = 1 - \cosine_similarity(result_{id_feature}, src_{id_feature})$$

其中, id_loss 可以是二维特征损失, result_id_feature 可以是预测面部图像的面部特征, src_id_feature 可以是面部图像样本的面部特征。cosine_similarity 可以是余弦相似度的计算方式, 其中, cosine_similarity 的表达式可以如下:

$$\cosine_similarity(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i)^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (B_i)^2}}$$

其中, A 和 B 可以是向量, A_i 可以是向量 A 中的分量, B_i 可以是向量 B 中的分量。i 可以指第 i 个分量, n 可以指向量中分量的总数。

在一些实施例中, 在得到第一损失和面部特征损失之后, 可以将第一损失和面部特征损失进行融合, 得到第二损失。例如, 可以将第一损失和面部特征损失进行相加, 得到第二损失。又例如, 可以将第一损失和面部特征进行加权求和, 得到第二损失。

205、基于面部轮廓损失, 更新所述面部图像处理模型的模型参数。

在一些实施例中，可以基于面部轮廓损失，更新所述面部图像处理模型的模型参数，也即对面部图像处理模型进行调整，得到训练后的图像处理模型。

例如，如图 6 所示，在得到面部轮廓损失之后，可以利用面部轮廓损失约束预测面部图像的三维面部轮廓点和面部参考图像样本的三维面部轮廓点一致。

5 例如，可以基于面部轮廓损失对预设面部图像处理模型中的模型参数进行调整，得到调整后的面部图像处理模型。然后，又利用训练图像样本组对调整后面部图像处理模型进行训练，通过上述反复的操作，使得面部轮廓损失信息小于一定的程度，或者符合要求时，说明训练达到了目的。此时，便可也得到性能也符合要求的训练后图像处理模型。

10 在一些实施例中，还可以将面部轮廓损失和第二损失进行融合，得到第三损失，然后利用第三损失对图像处理模型进行调整，即利用第三损失更新面部图像处理模型的模型参数，得到训练后的面部图像处理模型。例如，获取面部图像处理模型的模型参数；

将面部轮廓损失和第二损失进行融合处理，得到第三损失；

15 利用第三损失对模型参数进行调整，得到训练后面部图像处理模型。

例如，可以将面部轮廓和第二损失进行相加，得到第三损失。然后，利用第三损失对预设面部图像处理模型的模型参数进行调整，得到训练后的面部图像处理模型。

20 在一些实施例中，预设面部图像处理模型在训练的过程中，除了会学习如何实现面部替换之后，还会对三维特征进行学习，从而预测出图像的三维特征，例如，如图 6 所示。

在本申请实施例中，可以获取训练图像样本组，训练图像样本组包括面部图像样本、面部模板图像样本和面部参考图像样本；利用面部图像处理模型将面部模板图像样本中的模板面部替换为面部图像样本中的源面部，得到预测面部图像；对预测面部图像进行三维面部轮廓点检测，得到预测面部图像的三维面部轮廓点，以及对面部参考图像样本进行三维面部轮廓点检测，得到面部参考图像样本的三维面部轮廓点；计算预测面部图像的三维面部轮廓点和面部参考图像样本的三维面部轮廓点之间的差异，得到预测面部图像和所述面部参考图像样本之间的面部轮廓损失；基于面部轮廓损失面部图像处理模型进行调整，得到训练后的面部图像处理模型。通过利用三维面部轮廓点对面部图像处理模型进行训练，使得利用训练后的面部图像处理模型将面部模板图像中的模板面部替换为源面部时，得到替换后面部图像可以保持源面部的面部轮廓，从而提高了面部图像处理方法的准确性。

30 此外，在本申请实施例中，通过在多个不同维度上计算损失信息，并利用多个维度上的损失对预设面部图像处理模型进行调整，从而使得预设面部图像处理模型可以利用多个维度上的损失进行在不同的维度上进行参数的调整，使得训练后面部图像处理模型具有更好的性能。

35 根据上面实施例所描述的方法，以下将举例进行详细说明。

本申请实施例将以面部图像处理模型的训练集成在计算机设备上为例来介绍本申请实施例方法。

40 在一些实施例中，如图 7 所示，一种面部图像处理模型的训练方法，包括：

301、计算机设备获取训练图像样本组，训练图像样本组包括面部图像样本、面部模板图像样本和面部参考图像样本。

例如，可以将面部图像样本表示为 source，将面部模板图像样本表示为 target，将面部参考图像样本表示为 gt_img。

302、计算机设备利用预设面部图像处理模型将面部模板图像样本中的模板面部

替换为面部图像样本中的源面部，得到预测面部图像。

例如，计算机设备可以将 source 和 target 输入到预设面部图像处理模型中的编码器。编码器会将 source 和 target 的分辨率不断降低，并在隐空间将两者编码为初始面部替换样本特征。

5 此外，计算机上设备可以利用面部特征提取网络对 source 进行特征提取，得到 source 的面部特征 source_id_feature。

此外，计算机设备还可以对 source 和 target 进行三维面部建模，得到面部图像样本的三维面部图像样本特征和面部模板图像样本的三维面部模板图像样本特征。

10 然后计算机设备可以利用预设面部图像处理模型基于融合后三维面部图像样本特征对初始面部替换样本特征进行转换，得到目标面部替换样本特征。

接下来，计算机设备可以利用预设面部图像处理模型基于目标面部替换样本特征和面部图像样本的面部特征，将面部模板图像样本中的模板面部替换为面部图像样本的源面部，得到预测面部图像。

其中，可以将预测面部图像表示为 result。

15 303、计算机设备对预测面部图像进行三维面部轮廓点检测，得到预测面部图像的三维面部轮廓点，以及对面部参考图像样本进行三维面部轮廓点检测，得到面部参考图像样本的三维面部轮廓点。

例如，计算机设备可以计算 result 的三维预测面部图像特征（可以表示为 result_3d_feature）。

20 然后，计算机设备可以对三维预测面部图像特征进行三维关键点投影，得到预测面部图像的三维面部关键点。例如，如下公式所示：

$$result_3d_points = reconstruction_without_tex(result_3d_feature)$$

接下来，计算机上设备可以基于三维面部关键点，从三维面部关键点中筛选出三维面部轮廓点。

25 同理，计算机设备可以计算 gt_img 的三维面部模板图像样本特征（可以表示为 gt_3d_feature）。

然后，计算机设备可以对三维面部模板图像样本特征进行三维关键点投影，得到面部参考图像样本的三维面部关键点。例如，如下公式所示：

$$gt_3d_points = reconstruction_without_tex(gt_3d_feature)$$

30 其中，gt_3d_points 可以为面部参考图像样本的三维面部关键点。

304、计算机设备计算预测面部图像的三维面部轮廓点和面部参考图像样本的三维面部轮廓点之间的差异，得到预测面部图像和所述面部参考图像样本之间的面部轮廓损失。

例如，可以根据下述公式计算面部轮廓损失：

35
$$3d_point_loss = abs(gt_3d_OutlookPoint - result_3d_OutlookPoint)$$

在一些实施例中，还可以计算其它损失，并利用面部轮廓损失和其它损失共同对预设面部图像处理模型进行调整，得到训练后面部图像处理模型。

例如，可以将面部特征损失、像素损失、特征损失、判别损失以及面部轮廓损失进行相加。然后，利用相加得到的损失对预设面部图像处理模型进行调整，得到训练后的面部图像处理模型。

40 305、计算机设备基于面部轮廓损失，对面部图像处理模型的模型参数进行调整，得到训练后的面部图像处理模型。

本申请实施例中计算机设备可以获取训练图像样本组，训练图像样本组包括面部图像样本、面部模板图像样本和面部参考图像样本；计算机设备可以利用预设面部图

像处理模型将面部模板图像样本中的模板面部替换为面部图像样本中的源面部,得到预测面部图像;计算机设备可以对预测面部图像进行三维面部轮廓点检测,得到预测面部图像的三维面部轮廓点,以及对面部参考图像样本进行三维面部轮廓点检测,得到面部参考图像样本的三维面部轮廓点;计算机设备计算预测面部图像的三维面部轮廓点和面部参考图像样本的三维面部轮廓点之间的差异,得到预测面部图像和所述面部参考图像样本之间的面部轮廓损失;计算机设备基于面部轮廓损失信息对预设面部图像处理模型进行调整,得到训练后面部图像处理模型。通过利用三维面部轮廓点对预设面部图像处理模型进行训练,使得利用训练后面部图像处理模型将面部模板图像中的模板面部替换为源面部时,得到替换后面部图像可以保持源面部的面部轮廓,从而提高了面部图像处理方法的准确性。

本申请实施例将以面部图像处理模型的训练集成在计算机设备上为例来介绍本申请实施例方法。

在一些实施例中,如图8所示,一种面部图像处理方法,包括:

401、计算机设备获取源面部的面部图像和模板面部的面部模板图像。

402、计算机设备对面部图像和面部模板图像进行三维面部建模,得到面部图像的三维面部图像特征和面部模板图像的三维面部模板图像特征。

403、计算机设备将三维面部图像特征和三维面部模板图像特征进行融合,得到三维融合特征。

404、计算机设备基于面部模板图像,对面部图像进行面部替换特征提取,得到初始面部替换特征。

405、计算机设备基于三维融合特征对初始面部替换特征进行转换,得到目标面部替换特征。

406、计算机设备利用训练后的面部图像处理模型基于目标面部替换特征和面部图像的面部特征,将面部模板图像中的模板面部替换为源面部,得到替换后面部图像。

本申请实施例中,计算机设备获取源面部的面部图像和模板面部的面部模板图像;计算机设备对面部图像和面部模板图像进行三维面部建模,得到面部图像的三维面部图像特征和面部模板图像的三维面部模板图像特征;计算机设备将三维面部图像特征和三维面部模板图像特征进行融合,得到三维融合特征;计算机设备基于面部模板图像,对所述面部图像进行面部替换特征提取,得到初始面部替换特征;计算机设备基于三维融合特征对初始面部替换特征进行转换,得到目标面部替换特征;计算机设备利用训练后面部图像处理模型基于目标面部替换特征和面部图像的面部特征,将面部模板图像中的模板面部替换为源面部,得到替换后面部图像。本申请实施例通过分别从二维空间以及三维空间的角度出发,可以获取到面部图像和面部模板图像更多的特征,从而使得在进行面部替换处理时,有更加多的信息依据,从而提高了面部图像处理方法的准确性。

为了更好地实施本申请实施例提供的面部图像处理方法,本申请实施例还提供了一种面部图像处理装置,该面部图像处理装置可以集成于计算机设备中。其中名词的含义与上述面部图像处理方法中相同,具体实现细节可以参考方法实施例中的说明。

在一些实施例中,提供了一种面部图像处理装置,该面部图像处理装置可以集成在计算机设备中,如图9所示,该面部图像处理装置包括:第一获取单元501、三维面部建模单元502、第一融合单元503、特征提取单元504、转换单元505和第一替换单元506,具体如下:

第一获取单元501,配置为获取源面部的面部图像和模板面部的面部模板图像;

三维面部建模单元502,配置为对所述面部图像和所述面部模板图像进行三维面

部建模,得到所述面部图像的三维面部图像特征和所述面部模板图像的三维面部模板图像特征;

第一融合单元 503,配置为将所述三维面部图像特征和所述三维面部模板图像特征进行融合,得到三维融合特征;

5 特征提取单元 504,配置为基于所述面部模板图像,对所述面部图像进行面部替换特征提取,得到初始面部替换特征;

转换单元 505,配置为基于所述三维融合特征对所述初始面部替换特征进行转换,得到目标面部替换特征;

10 第一替换单元 506,配置为基于所述目标面部替换特征,将所述面部模板图像中的模板面部替换为所述源面部,得到替换后面部图像。

在一些实施例中,所述第一融合单元 503,包括:

第一提取子单元,配置为在所述三维面部图像特征中提取出所述面部图像对应的源面部身份特征;

15 第二提取子单元,配置为在所述三维面部模板图像特征中提取出所述面部模板图像对应的模板面部图像特征;

第一融合子单元,配置为将所述源面部身份特征和所述模板面部图像特征进行融合,得到所述三维融合特征。

在一些实施例中,所述特征提取单元 504,包括:

20 第一编码子单元,配置为对所述面部模板图像进行编码处理,得到所述面部模板图像的第一编码特征;

第二编码子单元,配置为对所述面部图像进行编码处理,得到所述面部图像的第二编码特征;

第一调整子单元,配置为基于所述第二编码特征,对所述第一编码特征进行调整,得到所述初始面部替换特征。

25 在一些实施例中,所述转换单元 505,包括:

第一统计子单元,配置为对所述三维融合特征进行第一逻辑运算,得到运算后的三维面部图像特征,以及对所述初始面部替换特征进行第二逻辑运算,得到运算后的面部替换特征;

30 第二统计子单元,配置为将所述初始面部替换特征和所述运算后的面部替换特征进行第三逻辑运算,得到运算后的面部替换特征;

逻辑运算处理子单元,配置为将所述运算后的面部替换特征和所述运算后的三维面部图像特征进行逻辑运算,得到所述目标面部替换特征。

以上各个单元可以作为独立的实体来实现,也可以进行任意组合,作为同一或若干个实体来实现,以上各个单元的具体实施可参见前面的方法实施例,在此不再赘述。

35 通过上述的面部图像处理装置可以提高了对面部图像进行替换的准确度。

此外,在一些实施例中还提供了一种面部图像处理模型的训练装置,该面部图像处理模型的训练装置可以集成于计算机设备中。其中名词的含义与上述面部图像处理模型的训练方法中相同,具体实现细节可以参考方法实施例中的说明。

40 在一些实施例中,提供了一种面部图像处理模型的训练装置,该面部图像处理模型的训练装置可以集成在计算机设备中,如图 10 所示,该面部图像处理模型的训练装置包括:第二获取单元 601、第二替换单元 602、三维面部轮廓点检测单元 603、计算单元 604 和调整单元 605,其中:

第二获取单元 601,配置为获取训练图像样本组,所述训练图像样本组包括面部图像样本、面部模板图像样本和面部参考图像样本;

第二替换单元 602, 配置为利用面部图像处理模型将所述面部模板图像样本中的模板面部替换为所述面部图像样本中的源面部, 得到预测面部图像;

三维面部轮廓点检测单元 603, 配置为对所述预测面部图像进行三维面部轮廓点检测, 得到所述预测面部图像的三维面部轮廓点, 以及对所述面部参考图像样本进行

5 三维面部轮廓点检测, 得到所述面部参考图像样本的三维面部轮廓点;

计算单元 604, 配置为计算所述预测面部图像的三维面部轮廓点和所述面部参考图像样本的三维面部轮廓点之间的差异, 得到所述预测面部图像和所述面部参考图像样本之间的面部轮廓损失;

10 调整单元 605, 配置为基于所述面部轮廓损失对所述面部图像处理模型进行调整, 得到训练后的面部图像处理模型。

在一些实施例中, 所述三维面部轮廓点检测单元 603, 包括:

三维面部建模子单元, 配置为对所述预测面部图像进行三维面部建模, 得到所述预测面部图像的三维预测面部图像特征;

15 三维关键点投影子单元, 配置为对所述三维预测面部图像特征进行三维关键点投影, 得到所述预测面部图像的三维面部关键点;

筛选子单元, 配置为基于所述三维面部关键点, 从所述三维面部关键点中筛选出所述三维面部轮廓点。

在一些实施例中, 所述三维关键点投影子单元, 包括:

20 提取模块, 配置为从所述三维预测面部图像特征中提取出所述预测面部图像的预测面部身份特征和预测面部表情特征;

三维关键点投影模块, 配置为利用预设传递参数将所述预测面部身份特征和预测面部表情特征进行三维关键点投影, 得到所述预测面部图像的三维面部关键点。

在一些实施例中, 所述面部图像处理模型的训练装置还包括:

25 第一计算单元, 配置为计算所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间除了三维面部轮廓点以外的差异, 得到所述面部参考图像样本和所述预测面部图像的第一损失, 所述第一损失包括除了面部轮廓损失以外的损失;

第二计算单元, 配置为计算所述面部图像样本和所述预测面部图像之间的面部特征损失;

30 第二融合单元, 配置为将所述第一损失信息和所述面部特征损失信息进行融合处理, 得到第二损失。

在一些实施例中, 所述第一计算单元, 包括:

第一计算子单元, 配置为计算所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间的像素差异, 得到像素损失;

35 第二计算子单元, 配置为计算所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间的特征差异, 得到特征损失;

第三计算子单元, 配置为计算所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间的判别差异, 得到判别损失。

在一些实施例中, 所述第二计算子单元, 包括:

40 第一计算模块, 配置为计算所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间的二维特征差异, 得到二维特征损失;

第二计算模块, 配置为计算所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间的三维特征差异, 得到三维特征损失;

第一融合模块, 配置为将所述二维特征损失信息和所述三维特征损失信息进行融合, 得到所述特征损失。

在一些实施例中, 所述第三计算子单元, 包括:

尺度变换模块, 配置为分别对所述面部参考图像样本和所述预测面部图像进行尺度变换处理, 得到至少一个尺度变换后面部参考图像样本和至少一个尺度变换后预测面部图像;

5 判别模块, 配置为分别对所述至少一个尺度变换后面部参考图像样本和所述至少一个尺度变换后预测面部图像进行判别, 得到所述尺度变换后面部参考图像样本的第一判别特征和所述尺度变换后预测面部图像的第二判别特征;

第三计算模块, 配置为基于所述第一判别特征和所述第二判别特征计算所述判别损失。

10 在一些实施例中, 所述调整单元 605, 包括:

获取子单元, 配置为获取所述训练后面部图像处理模型的模型参数;

第二融合子单元, 配置为将所述面部轮廓损失和所述第二损失进行融合处理, 得到第三损失;

15 参数调整单元, 配置为利用所述第三损失对所述模型参数进行调整, 得到所述训练后面部图像处理模型。

本申请实施例还提供一种计算机设备, 该计算机设备可以包括终端或服务器, 比如, 该终端可以为手机、平板电脑等等; 又比如计算机设备可以为服务器, 等。如图 11 所示, 其示出了本申请实施例所涉及的终端的结构示意图。

20 该计算机设备可以包括一个或者一个以上处理核心的处理器 701、一个或一个以上计算机可读存储介质的存储器 702、电源 703 和输入单元 704 等部件。本领域技术人员可以理解, 图 11 中示出的计算机设备结构并不构成对计算机设备的限定, 可以包括比图示更多或更少的部件, 或者组合某些部件, 或者不同的部件布置。其中:

25 处理器 701 是该计算机设备的控制中心, 利用各种接口和线路连接整个计算机设备的各个部分, 通过运行或执行存储在存储器 702 内的软件程序和/或模块, 以及调用存储在存储器 702 内的数据, 执行计算机设备的各种功能和处理数据, 从而对计算机设备进行整体监控。在一些实施例中, 处理器 701 可包括一个或多个处理核心; 优选的, 处理器 701 可集成应用处理器和调制解调处理器, 其中, 应用处理器主要处理操作系统、用户页面和应用程序等, 调制解调处理器主要处理无线通讯。可以理解的是, 上述调制解调处理器也可以不集成到处理器 701 中。

30 存储器 702 可配置为存储软件程序以及模块, 处理器 701 通过运行存储在存储器 702 的软件程序以及模块, 从而执行各种功能应用以及数据处理。存储器 702 可主要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; 存储数据区可存储根据计算机设备的使用所创建的数据等。此外, 存储器 702 可以包括高速随机存取存储器, 35 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、或其他易失性固态存储器件。相应地, 存储器 702 还可以包括存储器控制器, 以提供处理器 701 对存储器 702 的访问。

40 计算机设备还包括给各个部件供电的电源 703, 例如, 电源 703 可以通过电源管理系统与处理器 701 逻辑相连, 从而通过电源管理系统实现管理充电、放电、以及功耗管理等功能。电源 703 还可以包括一个或一个以上的直流或交流电源、再充电系统、电源故障检测电路、电源转换器或者逆变器、电源状态指示器等任意组件。

该计算机设备还可包括输入单元 704, 该输入单元 704 可配置为接收输入的数字或字符信息, 以及产生与用户设置以及功能控制有关的键盘、鼠标、操作杆、光学或者轨迹球信号输入。

- 尽管未示出，计算机设备还可以包括显示单元等，在此不再赘述。具体在本实施例中，计算机设备中的处理器 701 会按照如下的指令，将一个或一个以上的应用程序的进程对应的可执行文件加载到存储器 702 中，并由处理器 701 来运行存储在存储器 702 中的应用程序，从而实现本申请实施例提供的上述面部图像处理方法或面部图像处理模型的训练方法
- 5 由于该存储介质中所存储的计算机程序，可以执行本申请实施例所提供的任一种面部图像处理方法中的步骤，因此，可以实现本申请实施例所提供的任一种面部图像处理方法所能实现的有益效果，详见前面的实施例，在此不再赘述。
- 10 以上对本申请实施例所提供的一种面部图像处理方法和面部图像处理模型进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想；同时，对于本领域的技术人员，依据本申请的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

权利要求书

- 1、一种面部图像处理方法，所述方法由计算机设备执行，包括：
获取源面部的面部图像和模板面部的面部模板图像；
对所述面部图像和所述面部模板图像进行三维面部建模，得到所述面部图像的
5 三维面部图像特征和所述面部模板图像的三维面部模板图像特征；
将所述三维面部图像特征和所述三维面部模板图像特征进行融合，得到三维融合特征；
基于所述面部模板图像，对所述面部图像进行面部替换特征提取，得到初始面部替换特征；
10 基于所述三维融合特征，对所述初始面部替换特征进行转换，得到目标面部替换特征；
基于所述目标面部替换特征，将所述面部模板图像中的模板面部替换为所述源面部，得到替换后的面部图像。
- 2、如权利要求1所述的方法，其中，所述将所述三维面部图像特征和所述三维面部模板图像特征进行融合，得到三维融合特征，包括：
15 在所述三维面部图像特征中，提取所述面部图像的源面部身份特征；
在所述三维面部模板图像特征中，提取所述面部模板图像的模板面部图像特征；
将所述源面部身份特征和所述模板面部图像特征进行融合，得到所述三维融合特征。
- 3、如权利要求1所述的方法，其中，所述基于所述面部模板图像，对所述面部图像进行面部替换特征提取，得到初始面部替换特征，包括：
20 对所述面部模板图像进行编码，得到所述面部模板图像的第一编码特征；
对所述面部图像进行编码，得到所述面部图像的第二编码特征；
基于所述第二编码特征，对所述第一编码特征进行调整，得到所述初始面部替换特征。
25
- 4、如权利要求1所述的方法，其中，所述基于所述融合特征，对所述初始面部替换特征进行转换，得到目标面部替换特征，包括：
对所述三维融合特征进行第一逻辑运算，得到运算后的三维面部图像特征，以及对所述初始面部替换特征进行第二逻辑运算，得到运算后的面部替换特征；
30 对所述初始面部替换特征和所述运算后的面部替换特征，进行第三逻辑运算，得到运算后的面部替换特征；
将所述运算后的面部替换特征和所述运算后的三维面部图像特征，进行第四逻辑运算，得到所述目标面部替换特征。
- 5、如权利要求4所述的方法，其中，所述三维融合特征包括至少两个子三维融合特征，每个所述子三维融合特征对应一个特征维度；
35 所述对所述三维融合特征进行第一逻辑运算，得到运算后的三维面部图像特征，包括：
确定所述至少两个子三维融合特征的标准差，并将所述标准差作为所述运算后的三维面部图像特征。
- 6、如权利要求1所述的方法，其中，所述将所述三维面部图像特征和所述三维面部模板图像特征进行融合，得到三维融合特征，包括：
40 利用面部图像处理模型，将所述三维面部图像特征和所述三维面部模板图像特

征进行融合,得到三维融合特征;

所述基于所述面部模板图像,对所述面部图像进行面部替换特征提取,得到初始面部替换特征,包括:

5 利用所述面部图像处理模型,基于所述面部模板图像,对所述面部图像进行面部替换特征提取,得到初始面部替换特征;

所述基于所述三维融合特征,对所述初始面部替换特征进行转换,得到目标面部替换特征,包括:

利用所述面部图像处理模型,基于所述三维融合特征,对所述初始面部替换特征进行转换,得到目标面部替换特征。

10 7、如权利要求1所述的方法,其中,所述基于所述目标面部替换特征,将所述面部模板图像中的模板面部替换为所述源面部,得到替换后的面部图像,包括:

对所述面部图像进行特征提取,得到面部图像的面部特征;

基于所述目标面部替换特征和所述面部图像的面部特征,将所述面部模板图像中的模板面部替换为所述源面部,得到替换后的面部图像。

15 8、一种面部图像处理模型的训练方法,所述方法由计算机设备执行,包括:

获取训练图像样本组,所述训练图像样本组包括面部图像样本、面部模板图像样本和面部参考图像样本;

利用面部图像处理模型,将所述面部模板图像样本中的模板面部替换为所述面部图像样本中的源面部,得到预测面部图像;

20 对所述预测面部图像进行三维面部轮廓点检测,得到所述预测面部图像的三维面部轮廓点,以及对所述面部参考图像样本进行三维面部轮廓点检测,得到所述面部参考图像样本的三维面部轮廓点;

获取所述预测面部图像的三维面部轮廓点和所述面部参考图像样本的三维面部轮廓点之间的差异,得到所述预测面部图像和所述面部参考图像样本之间的面部轮廓损失;

25 基于所述面部轮廓损失,更新所述面部图像处理模型的模型参数。

9、如权利要求8所述的方法,其中,所述对所述预测面部图像进行三维面部轮廓点检测,得到所述预测面部图像的三维面部轮廓点,包括:

30 对所述预测面部图像进行三维面部建模,得到所述预测面部图像的三维预测面部图像特征;

对所述三维预测面部图像特征进行三维关键点投影,得到所述预测面部图像的三维面部关键点;

从所述三维面部关键点中筛选出所述三维面部轮廓点。

35 10、如权利要求9所述的方法,其中,所述对所述三维预测面部图像特征进行三维关键点投影,得到所述预测面部图像的三维面部关键点,包括:

从所述三维预测面部图像特征中,提取出所述预测面部图像的预测面部身份特征和预测面部表情特征;

利用预设传递参数,将所述预测面部身份特征和预测面部表情特征进行三维关键点投影,得到所述预测面部图像的三维面部关键点。

40 11、如权利要求8所述的方法,其中,所述获取所述预测面部图像的三维面部轮廓点和所述面部参考图像样本的三维面部轮廓点之间的差异之后,还包括:

获取所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间除了三维面部轮廓点以外的差异,得到所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间的第一损失,所述第一损失包括除了面部轮廓损失以外的损失;

获取所述面部图像样本和所述预测面部图像之间的面部特征损失;

将所述第一损失和所述面部特征损失进行融合,得到第二损失。

12、如权利要求 11 所述的方法,其中,所述第一损失包括像素损失、特征损失和判别损失;

5 所述获取所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间除了三维面部轮廓点以外的差异,得到所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间的第一损失,包括:
获取所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间的像素差异,得到像素损失;

10 获取所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间的特征差异,得到特征损失;

获取所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间的判别差异,得到判别损失。

13、如权利要求 12 所述的方法,其中,所述特征损失包括三维特征损失和二维特征损失;

15 所述获取所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间的特征差异,得到特征损失,包括:

获取所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间的二维特征差异,得到二维特征损失;

20 获取所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间的三维特征差异,得到三维特征损失;

将所述二维特征损失和所述三维特征损失进行融合,得到所述特征损失。

14、如权利要求 12 所述的方法,其中,所述获取所述面部参考图像样本和所述预测面部图像之间的判别差异,得到判别损失,包括:

25 分别对所述面部参考图像样本和所述预测面部图像进行尺度变换,得到尺度变换后的面部参考图像样本和尺度变换后的预测面部图像;

对所述尺度变换后的面部参考图像样本进行判别,得到第一判别特征,并对所述尺度变换后的预测面部图像进行判别,得到第二判别特征;

基于所述第一判别特征和所述第二判别特征,确定所述判别损失。

30 15、如权利要求 11 所述的方法,其中,所述基于所述面部轮廓损失,更新所述面部图像处理模型的模型参数,包括:

获取所述面部图像处理模型的模型参数;

将所述面部轮廓损失和所述第二损失进行融合,得到第三损失;

利用所述第三损失,更新所述面部图像处理模型的模型参数。

16、一种面部图像处理装置,所述装置包括:

35 第一获取单元,配置为获取源面部的面部图像和模板面部的面部模板图像;

三维面部建模单元,配置为对所述面部图像和所述面部模板图像进行三维面部建模,得到所述面部图像的三维面部图像特征和所述面部模板图像的三维面部模板图像特征;

40 融合单元,配置为将所述三维面部图像特征和所述三维面部模板图像特征进行融合,得到三维融合特征;

特征提取单元,配置为基于所述面部模板图像,对所述面部图像进行面部替换特征提取,得到初始面部替换特征;

转换单元,配置为基于所述三维融合特征对所述初始面部替换特征进行转换处理,得到目标面部替换特征;

第一替换单元，配置为基于所述目标面部替换特征，将所述面部模板图像中的模板面部替换为所述源面部，得到替换后的面部图像。

17、一种面部图像处理模型的训练装置，所述装置包括：

5 第二获取单元，配置为获取训练图像样本组，所述训练图像样本组包括面部图像样本、面部模板图像样本和面部参考图像样本；

第一替换单元，配置为利用面部图像处理模型，将所述面部模板图像样本中的模板面部替换为所述面部图像样本中的源面部，得到预测面部图像；

10 三维面部轮廓点检测单元，配置为对所述预测面部图像进行三维面部轮廓点检测，得到所述预测面部图像的三维面部轮廓点，以及对所述面部参考图像样本进行三维面部轮廓点检测，得到所述面部参考图像样本的三维面部轮廓点；

计算单元，配置为获取所述预测面部图像的三维面部轮廓点和所述面部参考图像样本的三维面部轮廓点之间的差异，得到所述预测面部图像和所述面部参考图像样本之间的面部轮廓损失；

15 调整单元，配置为基于所述面部轮廓损失，更新所述面部图像处理模型的模型参数。

18、一种计算机设备，所述计算机设备包括：

存储器，配置为存储可执行指令；

20 处理器，配置为执行所述存储器中存储的可执行指令时，实现权利要求 1 至 7 任一项所述的方法，或者实现权利要求 8 至 15 任一项所述的方法。

19、一种计算机可读存储介质，存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令被处理器执行时，实现权利要求 1 至 7 任一项所述的方法，或者实现权利要求 8 至 15 任一项所述的方法。

20、一种计算机程序产品，包括计算机程序或计算机可执行指令，所述计算机程序或计算机可执行指令被处理器执行时，实现权利要求 1 至 7 任一项所述的方法，或者实现权利要求 8 至 15 任一项所述的方法。