



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116958406 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 27

(21) 申请号 202310253330.0

(22) 申请日 2023.03.09

(71) 申请人 腾讯科技(深圳)有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区高新区
科技中一路腾讯大厦35层

(72) 发明人 陈人望 曹玮剑 汪铖杰 张振宇
葛志鹏 丁中干 赵艳丹 王福东

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限
公司 44202

专利代理师 贾允

(51) Int. Cl.

G06T 17/00 (2006.01)

G06T 15/20 (2011.01)

G06T 7/80 (2017.01)

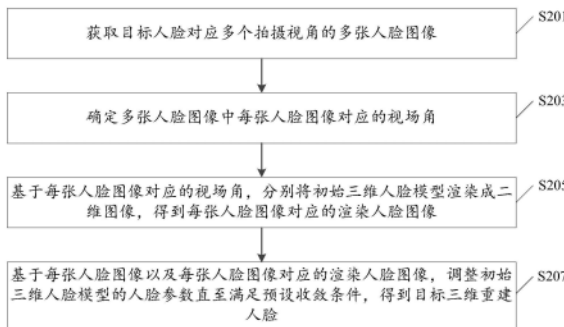
权利要求书2页 说明书14页 附图4页

(54) 发明名称

一种人脸三维重建方法、装置、电子设备及
存储介质

(57) 摘要

本申请公开了一种人脸三维重建方法、装置、电子设备及存储介质,该方法包括:获取目标人脸对应多个拍摄视角的多张人脸图像;确定所述多张人脸图像中每张人脸图像对应的视场角;基于每张人脸图像对应的视场角,分别将初始三维人脸模型渲染成二维图像,得到每张人脸图像对应的渲染人脸图像;基于每张人脸图像以及每张人脸图像对应的渲染人脸图像,调整所述初始三维人脸模型的人脸参数直至满足预设收敛条件,得到目标三维重建人脸。本申请利用了人脸图像的实际视场角以及多视角的信息来辅助基于三维人脸模型的人脸三维重建,不仅可以得到更加准确的目标三维重建人脸,而且对于多张人脸图像的拍摄光照环境限制较小,提高了人脸重建的稳定性。



1. 一种人脸三维重建方法,其特征在于,所述方法包括:
 - 获取目标人脸对应多个拍摄视角的多张人脸图像;
 - 确定所述多张人脸图像中每张人脸图像对应的视场角;
 - 基于每张人脸图像对应的视场角,分别将初始三维人脸模型渲染成二维图像,得到每张人脸图像对应的渲染人脸图像;
 - 基于每张人脸图像以及每张人脸图像对应的渲染人脸图像,调整所述初始三维人脸模型的人脸参数直至满足预设收敛条件,得到目标三维重建人脸。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于每张人脸图像对应的视场角,分别将初始三维人脸模型渲染成二维图像,得到每张人脸图像对应的渲染人脸图像,包括:
 - 获取初始的人脸参数;
 - 基于所述初始的人脸参数和所述人脸参数对应的基向量,构建初始三维人脸模型;所述基向量为基于预设人脸数据集得到的,用于表征人脸基本属性的向量;
 - 获取每张人脸图像对应的初始姿态参数和初始光照参数;
 - 基于每张人脸图像对应的视场角、初始姿态参数和初始光照参数,分别将所述初始三维人脸模型渲染成二维图像,得到每张人脸图像对应的渲染人脸图像。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述基于每张人脸图像以及每张人脸图像对应的渲染人脸图像,调整所述初始三维人脸模型的人脸参数直至满足预设收敛条件,得到目标三维重建人脸,包括:
 - 基于每张人脸图像与相应渲染人脸图像之间的像素差异,确定渲染损失;
 - 基于每张人脸图像中第一人臉关键点与相应渲染人脸图像中第二人脸关键点之间的图像位置差异,确定关键点损失;所述第二人脸关键点是所述第一人脸关键点在所述初始三维人脸模型上对应的顶点投影到所述渲染人脸图像中的像素点;
 - 至少基于所述渲染损失和所述关键点损失,确定综合损失;
 - 基于所述综合损失调整所述初始三维人脸模型的人脸参数以及所述初始姿态参数和初始光照参数,直至达到预设收敛条件,得到目标三维重建人脸。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述人脸参数包括形状参数和纹理参数;所述至少基于所述渲染损失和所述关键点损失,确定综合损失包括:
 - 基于所述形状参数和纹理参数,确定正则化损失;
 - 确定正则化损失权重、渲染损失权重和关键点损失权重;
 - 基于所述正则化损失权重、渲染损失权重和关键点损失权重,对所述正则化损失、所述渲染损失和所述关键点损失进行加权求和,得到综合损失。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述人脸参数还包括表情参数;所述基于所述形状参数和纹理参数,确定正则化损失包括:
 - 基于所述形状参数、纹理参数和所述表情参数,确定正则化损失。
6. 根据权利要求1~5中任一项所述的方法,其特征在于,所述确定所述多张人脸图像中每张人脸图像对应的视场角,包括:
 - 获取每张人脸图像对应的镜头焦距和图像传感器尺寸;
 - 基于每张人脸图像对应的图像传感器尺寸与镜头焦距的比值,确定每张人脸图像对应的视场角。

7. 根据权利要求1~5中任一项所述的方法,其特征在于,所述多张人脸图像包括目标人脸在不同光照环境中的人脸图像。

8. 一种人脸三维重建装置,其特征在于,所述装置包括:

人脸图像获取模块,用于获取目标人脸对应多个拍摄视角的多张人脸图像;

视场角确定模块,用于确定所述多张人脸图像中每张人脸图像对应的视场角;

渲染模块,用于基于每张人脸图像对应的视场角,分别将初始三维人脸模型渲染成二维图像,得到每张人脸图像对应的渲染人脸图像;

人脸参数优化模块,用于基于每张人脸图像以及每张人脸图像对应的渲染人脸图像,调整所述初始三维人脸模型的人脸参数直至满足预设收敛条件,得到目标三维重建人脸。

9. 一种电子设备,其特征在于,包括处理器和存储器,所述存储器中存储有至少一条指令或者至少一段程序,所述至少一条指令或者所述至少一段程序由所述处理器加载并执行以实现如权利要求1~7中任一项所述的人脸三维重建方法。

10. 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至少一条指令或者至少一段程序,所述至少一条指令或者所述至少一段程序由处理器加载并执行以实现如权利要求1~7任一项所述的人脸三维重建方法。

11. 一种计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1~7中任一项所述的人脸三维重建方法。

一种人脸三维重建方法、装置、电子设备及存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及计算机技术领域,特别涉及一种人脸三维重建方法、装置、电子设备及存储介质。

背景技术

[0002] 人脸三维(3Dimensions,3D)重建是指从一张或多张二维(2Dimensions,2D)图像中重建出的人脸的3D模型。

[0003] 相关技术中,通常基于三维可变形人脸模型(3D morphable model,3DMM)对二维人脸图像进行重建以得到相应的三维人脸。然而,相关技术中基于3DMM模型重建的三维人脸与实际人脸有较大差别,不能很好地消除2D图像到3D空间的歧义性,导致重建地准确性较差。

发明内容

[0004] 为了解决现有技术的问题,本申请实施例提供了一种人脸三维重建方法、装置、电子设备及存储介质。所述技术方案如下:

[0005] 一方面,提供了一种人脸三维重建方法,所述方法包括:

[0006] 获取目标人脸对应多个拍摄视角的多张人脸图像;

[0007] 确定所述多张人脸图像中每张人脸图像对应的视场角;

[0008] 基于每张人脸图像对应的视场角,分别将初始三维人脸模型渲染成二维图像,得到每张人脸图像对应的渲染人脸图像;

[0009] 基于每张人脸图像以及每张人脸图像对应的渲染人脸图像,调整所述初始三维人脸模型的人脸参数直至满足预设收敛条件,得到目标三维重建人脸。

[0010] 另一方面,提供了一种人脸三维重建装置,所述装置包括:

[0011] 人脸图像获取模块,用于获取目标人脸对应多个拍摄视角的多张人脸图像;

[0012] 视场角确定模块,用于确定所述多张人脸图像中每张人脸图像对应的视场角;

[0013] 渲染模块,用于基于每张人脸图像对应的视场角,分别将初始三维人脸模型渲染成二维图像,得到每张人脸图像对应的渲染人脸图像;

[0014] 人脸参数优化模块,用于基于每张人脸图像以及每张人脸图像对应的渲染人脸图像,调整所述初始三维人脸模型的人脸参数直至满足预设收敛条件,得到目标三维重建人脸。

[0015] 在一个示例性的实施方式中,所述渲染模块,包括:

[0016] 第一获取模块,用于获取初始的人脸参数;

[0017] 模型初始化模块,用于基于所述初始的人脸参数和所述人脸参数对应的基向量,构建初始三维人脸模型;所述基向量为基于预设人脸数据集得到的,用于表征人脸基本属性的向量;

[0018] 第二获取模块,用于获取每张人脸图像对应的初始姿态参数和初始光照参数;

[0019] 渲染子模块,用于基于每张人脸图像对应的视场角、初始姿态参数和初始光照参数,分别将所述初始三维人脸模型渲染成二维图像,得到每张人脸图像对应的渲染人脸图像。

[0020] 在一个示例性的实施方式中,人脸参数优化模块,包括:

[0021] 渲染损失确定模块,用于基于每张人脸图像与相应渲染人脸图像之间的像素差异,确定渲染损失;

[0022] 关键点损失确定模块,用于基于每张人脸图像中第一人脸关键点与相应渲染人脸图像中第二人脸关键点之间的图像位置差异,确定关键点损失;所述第二人脸关键点是所述第一人脸关键点在所述初始三维人脸模型上对应的顶点投影到所述渲染人脸图像中的像素点;

[0023] 综合损失确定模块,用于至少基于所述渲染损失和所述关键点损失,确定综合损失;

[0024] 参数调整模块,用于基于所述综合损失调整所述初始三维人脸模型的人脸参数以及所述初始姿态参数和初始光照参数,直至达到预设收敛条件,得到目标三维重建人脸。

[0025] 在一个示例性的实施方式中,人脸参数包括形状参数和纹理参数,所述综合损失确定模块,包括:

[0026] 正则化损失确定模块,用于基于所述形状参数和纹理参数,确定正则化损失;

[0027] 权重确定模块,用于确定正则化损失权重、渲染损失权重和关键点损失权重;

[0028] 加权求和模块,用于基于所述正则化损失权重、渲染损失权重和关键点损失权重,对所述正则化损失、所述渲染损失和所述关键点损失进行加权求和,得到综合损失。

[0029] 在一个示例性的实施方式中,人脸参数还包括表情参数,所述正则化损失确定模块,具体用于基于形状参数、纹理参数和表情参数,确定正则化损失。

[0030] 在一个示例性的实施方式中,所述视场角确定模块,包括:

[0031] 第三获取模块,用于获取每张人脸图像对应的镜头焦距和图像传感器尺寸;

[0032] 视场角计算模块,用于基于每张人脸图像对应的图像传感器尺寸与镜头焦距的比值,确定每张人脸图像对应的视场角。

[0033] 在一个示例性的实施方式中,所述多张人脸图像包括目标人脸在不同光照环境中的人脸图像。

[0034] 另一方面,提供了一种电子设备,包括处理器和存储器,所述存储器中存储有至少一条指令或者至少一段程序,所述至少一条指令或者所述至少一段程序由所述处理器加载并执行以实现上述任一方面的人脸三维重建方法。

[0035] 另一方面,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至少一条指令或者至少一段程序,所述至少一条指令或者所述至少一段程序由处理器加载并执行以实现如上述任一方面的人脸三维重建方法。

[0036] 另一方面,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。电子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,使得该电子设备执行上述任一方面的人脸三维重建方法。

[0037] 本申请实施例通过获取目标人脸对应多个拍摄视角的多张人脸图像,并确定每张

人脸图像对应的视场角,进而基于每张人脸图像对应的视场角分别将初始三维人脸模型渲染成二维图像以得到每张人脸图像对应的渲染人脸图像,并基于每张人脸图像以及其对应的渲染人脸图像调整上述初始三维人脸模型的人脸参数以得到最终的目标三维重建人脸,从而利用了人脸图像的实际视场角以及多视角的信息来辅助基于三维人脸模型的人脸三维重建,不仅可以得到更加准确的目标三维重建人脸,而且对于多张人脸图像的拍摄光照环境限制较小,提高了人脸重建的稳定性。

附图说明

[0038] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例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的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0039] 图1是本申请实施例提供的一种实施环境的示意图;

[0040] 图2是本申请实施例提供的一种人脸三维重建方法的流程示意图;

[0041] 图3是本申请实施例提供的人脸图像对应拍摄信息的一个示例;

[0042] 图4是本申请实施例提供的另一种人脸三维重建方法的流程示意图;

[0043] 图5是本申请实施例提供的人脸三维重建所涉及损失的示例;

[0044] 图6是本申请实施例提供的一种人脸三维重建装置的结构框图;

[0045] 图7是本申请实施例提供的一种电子设备的硬件结构框图。

具体实施方式

[0046] 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,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的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。

[0047] 需要说明的是,本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本申请的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,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、产品或服务不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0048] 可以理解的是,在本申请的具体实施方式中,涉及到用户信息等相关的数据,当本申请以上实施例运用到具体产品或技术中时,需要获得用户许可或者同意,且相关数据的收集、使用和处理需要遵守相关国家和地区的相关法律法规和标准。

[0049] 下面对本申请实施例中涉及的术语进行解释说明。

[0050] 3DMM:全称为3D Morphable Model,即三维可变形人脸模型,是一个通用的三维人脸模型,用固定的点数来表示人脸。3DMM会包含表示人脸形状属性的形状基向量,表示人脸纹理属性的纹理基向量,还可以包括表示人脸表情的表情基向量。

[0051] Fov:全称为Field of view即视场角,指的是相机沿着垂直/水平轴方向的可见区域构成的角度。

[0052] 请参阅图1,其所示为本申请实施例提供的一种实施环境示意图,该实施环境包括终端110和服务器120,其中,终端110与服务器120之间可以通过有线或者无线网络连接通信。

[0053] 终端110包括但不限于手机、电脑、智能语音交互设备、智能家电、车载终端、飞行器等。终端110中安装具有人脸图像处理功能的客户端软件如应用程序(Application,简称为App),该应用程序可以是独立的应用程序,也可以是应用程序中的子程序。本申请实施例中,人脸图像处理功能具体可以是基于二维人脸图像重建出相应三维人脸的功能。

[0054] 服务器120可以为终端110中的应用程序提供后台服务,该后台服务具体可以为图像数据处理服务。其中,服务器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、CDN(Content Delivery Network,内容分发网络)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。

[0055] 在一个示例性的实施方式中,终端110和服务器120均可以是区块链系统中的节点设备,能够将获取到以及生成的信息共享给区块链系统中的其他节点设备,实现多个节点设备之间的信息共享。区块链系统中的多个节点设备可以配置有同一条区块链,该区块链由多个区块组成,并且前后相邻的区块具有关联关系,使得任一区块中的数据被篡改时都能通过下一区块检测到,从而能够避免区块链中的数据被篡改,保证区块链中数据的安全性和可靠性。

[0056] 本申请实施例可应用于各种场景,包括但不限于云技术、人工智能、智慧交通、辅助驾驶等。

[0057] 其中,人工智能(Artificial Intelligence, AI)是利用数字计算机或者数字计算机控制的机器模拟、延伸和扩展人的智能,感知环境、获取知识并使用知识获得最佳结果的理论、方法、技术及应用系统。换句话说,人工智能是计算机科学的一个综合技术,它企图了解智能的实质,并生产出一种新的能以人类智能相似的方式做出反应的智能机器。人工智能也就是研究各种智能机器的设计原理与实现方法,使机器具有感知、推理与决策的功能。

[0058] 人工智能技术是一门综合学科,涉及领域广泛,既有硬件层面的技术也有软件层面的技术。人工智能基础技术一般包括如传感器、专用人工智能芯片、云计算、分布式存储、大数据处理技术、操作/交互系统、机电一体化等技术。人工智能软件技术主要包括计算机视觉技术、语音处理技术、自然语言处理技术以及机器学习/深度学习、自动驾驶、智慧交通等几大方向。

[0059] 计算机视觉技术(Computer Vision, CV)计算机视觉是一门研究如何使机器“看”的科学,更进一步的说,就是指用摄影机和电脑代替人眼对目标进行识别和测量等机器视觉,并进一步做图形处理,使电脑处理成为更适合人眼观察或传送给仪器检测的图像。作为一个科学学科,计算机视觉研究相关的理论和技术,试图建立能够从图像或者多维数据中获取信息的人工智能系统。计算机视觉技术通常包括图像处理、图像识别、图像语义理解、图像检索、OCR、视频处理、视频语义理解、视频内容/行为识别、三维物体重建、3D技术、虚拟现实、增强现实、同步定位与地图构建、自动驾驶、智慧交通等技术,还包括常见的人脸识

别、指纹识别等生物特征识别技术。

[0060] 人脸三维重建作为计算机视觉中的重要研究方向之一,目前通常基于三维可变形人脸模型(3D morphable model,3DMM)对二维人脸图像进行重建以得到相应的三维人脸,但是目前重建的三维人脸与实际人脸有较大差别,不能很好地消除2D图像到3D空间的歧义性,导致重建地准确性较差。

[0061] 发明人在实现本申请技术方案的过程中发现,相关技术中基于3DMM人脸重建时采用了预设的固定视场角来渲染,而该预设的固定视场角与待重建二维人脸图像的实际视场角是存在差异的,进而导致重建的三维人脸与实际人脸有较大差异。

[0062] 基于此,本申请实施例提供了一种人脸三维重建方法,该方法通过获取目标人脸对应多个拍摄视角的多张人脸图像,并确定每张人脸图像对应的视场角,进而基于每张人脸图像对应的视场角分别将初始三维人脸模型渲染成二维图像以得到每张人脸图像对应的渲染人脸图像,并基于每张人脸图像以及其对应的渲染人脸图像调整上述初始三维人脸模型的人脸参数以得到最终的目标三维重建人脸,从而利用了人脸图像的实际视场角以及多视角的信息来辅助基于三维人脸模型的人脸三维重建,不仅可以得到更加准确的目标三维重建人脸,而且对于多张人脸图像的拍摄关照环境限制较小,提高了人脸重建的稳定性。

[0063] 请参阅图2,其所示为本申请实施例提供的一种人脸三维重建方法的流程示意图,该方法的执行主体可以是电子设备,该电子设备可以是终端或者服务器。需要说明的是,本说明书提供了如实施例或流程图所述的方法操作步骤,但基于常规或者无创造性的劳动可以包括更多或者更少的操作步骤。实施例中列举的步骤顺序仅仅为众多步骤执行顺序中的一种方式,不代表唯一的执行顺序。在实际中的系统或产品执行时,可以按照实施例或者附图所示的方法顺序执行或者并行执行(例如并行处理器或者多线程处理的环境)。具体如图2所示,该方法可以包括:

[0064] S201,获取目标人脸对应多个拍摄视角的多张人脸图像。

[0065] 其中,目标人脸为将要重建的人脸,每张人脸图像为在一个拍摄视角下对目标人脸进行拍摄得到的图像。可以理解的,每个拍摄视角下可以拍摄一张或者几张人脸图像。

[0066] 其中,多个拍摄视角可以是基于实际需要设定的图像采集设备的拍摄视角,不同拍摄视角可以拍摄到目标人脸的不同姿态,例如正脸、左侧脸、右侧脸、仰视、俯视等。

[0067] 需要说明的是,目标人脸的多张人脸图像可以是同一图像采集设备在多个拍摄视角下对目标人脸拍摄的,以自拍场景为例,用户可以利用图像采集设备(如配置有摄像头的终端设备)对自身人脸从不同拍摄视角拍摄2~3张自拍人脸图像,进而可以获取到该用户在不同拍摄视角下的2~3张自拍人脸图像。

[0068] 目标人脸的多张人脸图像还可以是不同图像采集设备在多个拍摄视角下对目标人脸拍摄的,例如图像采集设备1在拍摄视角a下拍摄了目标人脸的人脸图像p1,图像采集设备2在拍摄视角b和拍摄视角c下分别拍摄了目标人脸的人脸图像p2和人脸图像p3。

[0069] 示例性的,目标人脸对应多个拍摄视角的多张人脸图像可以是基于终端设备上的摄像头实时拍摄得到的图像,在本申请实施例的执行主体为终端设备的情况下,终端设备在基于其上的摄像头实时采集到目标人脸对应多个拍摄视角的多张人脸图像后即可获取到该多张人脸图像;在本申请实施例的执行主体为后台服务器的情况下,终端设备在基于其上的摄像头实时采集到目标人脸对应多个拍摄视角的多张人脸图像后,可以基于该多

张人脸图像向该后台服务器发送人脸三维重建请求,后台服务器接收到该人脸三维重建请求后解析该请求即可获取到目标人脸对应多个拍摄视角的多张人脸图像。

[0070] 示例性的,目标人脸对应多个拍摄视角的多张人脸图像也可以是目标人脸所属目标对象的历史图像库中存储的该目标人脸图像,该历史图像库可以是终端本地的图像库,也可以是云端的图像库。具体的实施中,目标对象可以从其历史图像库中选取多张不同拍摄视角的人脸图像,进而基于该选取的多张不同拍摄视角的人脸图像发起人脸三维重建。

[0071] 示例性的,目标人脸对应多个拍摄视角的多张人脸图像可以是在不同光照环境中对目标人脸进行拍摄得到的。

[0072] S203,确定多张人脸图像中每张人脸图像对应的视场角。

[0073] 其中,每张人脸图像对应的视场角是指拍摄该图像时摄像头所采用的视场角Fov。

[0074] 视场角的大小决定了光学仪器的视野范围,以光学仪器的镜头为顶点,以被测目标的物像可通过镜头的最大范围的两条边缘构成的夹角,称为视场角。视场角与镜头的焦距以及图像传感器的尺寸有关。假定镜头的焦距相同,则图像传感器的尺寸越大,视场角也就越大,反之,假定图像传感器的尺寸相同,则镜头的焦距越大,视场角也就越大。镜头的焦距表示镜头与图像传感器上聚焦图像之间的距离。

[0075] 在一个示例性的实施方式中,确定多种人脸图像中每张人脸图像对应的视场角可以是:获取每张人脸图像对应的镜头焦距和图像传感器尺寸,进而基于每张人脸图像对应的图像传感器尺寸与镜头焦距的比值,确定每张人脸图像对应的视场角。

[0076] 示例性的,每张人脸图像对应的视场角Fov可以基于以下公式(1)计算:

$$[0077] \quad Fov = 2\arctan\left(\frac{ccd_w}{2f_{cam}}\right) \quad (1)$$

[0078] 其中, f_{cam} 表示拍摄该人脸图像所使用的镜头焦距;ccd_w表示拍摄该人脸图像所使用的图像传感器尺寸。

[0079] 通过利用每张人脸图像在拍摄时所采用的镜头焦距和图像传感器尺寸,可以得到每张人脸图像独立的视场角Fov。

[0080] 具体的实施中,图像传感器尺寸可以基于采集该人脸图像的图像采集设备的型号查找到,例如照相机型号“Canon EIS 400D DIGITAL”对应的图像传感器尺寸为22.4mm。

[0081] 实际应用中,每张人脸图像可以对应拍摄信息,该拍摄信息中包括拍摄时使用的镜头焦距以及图像采集设备的相关参数(例如图像采集设备的型号、曝光时间等),如图3所示为某张人脸图像对应拍摄信息的一个示例,由图3可知,拍摄该人脸图像所使用的照相机型号为“Canon EIS 400D DIGITAL”,进而可以确定其对应的图像传感器尺寸为22.4mm,继续参见图3可以确定拍摄该人脸图像所使用的镜头焦距为50毫米,进而基于前述公式(1)可以确定该人脸图像对应的视场角

$$Fov = 2 * \arctan\left(\frac{22.4}{2*50}\right) = 0.4407 \text{ 弧度} = 25.25 \text{ 度}。$$

[0082] 上述实施方式中,通过每张人脸图像对应的图像传感器尺寸与镜头焦距的比值可以快速、准确地确定每张人脸图像在拍摄时所对应的实际视场角。

[0083] S205,基于每张人脸图像对应的视场角,分别将初始三维人脸模型渲染成二维图像,得到每张人脸图像对应的渲染人脸图像。

[0084] 其中,初始三维人脸模型为对标准三维人脸模型进行初始化得到的三维人脸模型,标准三维人脸模型基于预设人脸数据集表示,具体的该标准三维人脸模型可以是3DMM模型,3DMM模型由网络(Mesh)组成,3DMM模型的每一维系数控制人脸的局部变化,其中,网络(Mesh)可以是三角网络。三角网络可以由在三维空间中的顶点以及三个顶点间的三角面片组成,每个顶点除了位置坐标以为,还可以包含颜色、法线等信息。

[0085] 基于3DMM模型,任意的人脸可以由预设人脸数据集中的所有预设人脸模型(假设为m个预设人脸模型)进行如下公式(2)的加权组合:

$$[0086] \quad S_{model} = \bar{S} + \sum_{i=1}^{m-1} \alpha_i s_i, \quad T_{model} = \bar{T} + \sum_{i=1}^{m-1} \beta_i t_i \quad (2)$$

[0087] 其中, S_{model} 表示三维人脸形状; \bar{S} 表示预设人脸数据集中所有预设人脸模型的形状的平均; s_i 表示基于预设人脸数据集确定的形状基向量; T_{model} 表示三维人脸纹理; \bar{T} 表示预设人脸数据集中所有预设人脸模型的纹理的平均; t_i 表示基于预设人脸数据集确定的形状基向量; α_i 、 β_i 均为人脸参数。

[0088] 需要说明的是,任意三维人脸的表示还可以在上述公式(2)的基础上引入3DMM模型的表情基向量进行加权组合。

[0089] 由上述任意人脸的表示可知,基于3DMM求解三维人脸需要解决的问题就是人脸参数(如上述 α_i 、 β_i 等系数)的估计。基于此,如图4所示,上述步骤S205在实施时可以包括:

[0090] S401,获取初始的人脸参数。

[0091] 其中,初始的人脸参数可以基于实际经验进行任意的设定,该人脸参数在之后的步骤会进行不断地优化调整。

[0092] S403,基于初始的人脸参数和人脸参数对应的基向量,构建初始三维人脸模型。

[0093] 其中,基向量为基于预设人脸数据集得到的,用于表征人脸基本属性的向量。其中,人脸基本属性包括形状、纹理,还可以包括表情等。

[0094] 对应上述公式(2),人脸参数包括形状参数 α_i 和纹理参数 β_i ,进而形状参数 α_i 对应的基向量为形状基向量即 s_i ,纹理参数 β_i 对应的基向量为纹理基向量即 t_i ,进而可以利用上述公式(2)构建出初始三维人脸模型。

[0095] S405,获取每张人脸图像对应的初始姿态参数和初始光照参数。

[0096] 其中,每张人脸图像对应的初始姿态参数和初始光照参数表示初始化的姿态参数和初始化的光照参数,均可以基于实际经验进行设定,不同人脸图像的初始姿态参数和初始光照参照可以相同,也可以不相同,该初始姿态参数和初始光照参数在之后的步骤会进行不断地优化调整。其中,姿态参数用于在渲染过程中对模型进行旋转和平移,光照参数用于在渲染过程中提供光照信息。

[0097] S407,基于每张人脸图像对应的视场角、初始姿态参数和初始光照参数,分别将初始三维人脸模型渲染成二维图像,得到每张人脸图像对应的渲染人脸图像。

[0098] 其中,每张人脸图像对应的视场角可以用于在渲染过程中提供对应的视野范围信息。

[0099] 具体的,可以采用可微渲染器并利用每张人脸图像对应的视场角、初始姿态参数和初始光照参数分别将初始三维人脸模型映射到二维图像,以得到每张人脸图像对应的渲染人脸图像。

[0100] S207,基于每张人脸图像以及每张人脸图像对应的渲染人脸图像,调整初始三维人脸模型的人脸参数直至满足预设收敛条件,得到目标三维重建人脸。

[0101] 具体的,基于每张人脸图像以及每张人脸图像对应的渲染人脸图像来调整初始三维人脸模型的人脸参数,以得到调整后人脸参数对应的三维人脸模型,然后迭代执行步骤S205至步骤S207进行优化直至满足预设收敛条件结束对人脸参数的调整,而结束时的人脸参数对应的三维人脸模型即为目标三维重建人脸。

[0102] 实际应用中,人脸参数的迭代优化可以采用梯度下降算法,在每次迭代时,首先使用调整后的人脸参数重建当前的三维人脸模型,然后将当前的三维人脸模型输入至可微渲染器中,同时将每个人脸图像对应的视场角输入至可微渲染器,可微渲染器基于每个人脸图像对应的视场角分别将当前的三维人脸模型渲染到二维图像,得到每个人脸图像对应当前的渲染人脸图像,之后基于每张人脸图像和每个人脸图像对应当前的渲染人脸图像进行反向传播梯度的计算,并基于反向传播梯度调整人脸参数,当然还可以包括其他需要调整的参数,如姿态参数和光照参数。

[0103] 在一些示例性的实施方式中,继续参见图4所示,上述步骤S207在实施时可以包括:

[0104] S409,基于每张人脸图像与相应渲染人脸图像之间的像素差异,确定渲染损失。

[0105] 其中,渲染损失用于使得渲染人脸图像尽可能逼近其对应的人脸图像。

[0106] 具体的实施中,可以先确定每张人脸图像中的人脸区域,以及每张人脸图像对应的渲染人脸图像中的人脸区域,进而基于两个人脸区域中像素之间的差异确定渲染损失。示例性的,渲染损失可以通过以下公式(3)计算:

$$[0107] \quad L_{Render} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \|(I_{Render,i} - I_i) \cdot M_i\| \quad (3)$$

[0108] 其中, L_{Render} 表示渲染损失; I_i 表示目标人脸的第*i*张人脸图像; $I_{Render,i}$ 表示第*i*张人脸图像对应的渲染人脸图像; M_i 表示第*i*张人脸图像中的人脸区域; N 表示目标人脸的多张人脸图像的总数量; $\|\cdot\|$ 表示范数。

[0109] S411,基于每张人脸图像中第一人臉关键点与相应渲染人脸图像中第二人脸关键点之间的图像位置差异,确定关键点损失。

[0110] 其中,第二人脸关键点是第一人臉关键点在初始三维人脸模型上对应的顶点投影到渲染人脸图像中的像素点。第一人臉关键点是多个人脸关键点中的任一人脸关键点。

[0111] 其中,人脸关键点是目标人脸上的关键点,示例性的,人脸关键点可以包括眼睛对应的关键点、鼻子对应的关键点、嘴巴对应的关键点、眉毛对应的关键点、下巴对应的关键点等等。

[0112] 具体的实施中,每张人脸图像中的人脸关键点可以通过人脸关键点检测网络对输入的人脸图像进行人脸关键点检测得到。其中,人脸关键点检测网络可以是任意的具有人脸关键点检测能力的神经网络,如卷积神经网络。

[0113] 其中,关键点损失用于使渲染人脸图像中的第二人脸关键点与该渲染人脸图像所对应人脸图像中相应的第一人脸关键点的图像位置尽可能接近。示例性的,关键点损失可以通过以下公式(4)计算:

$$[0114] \quad L_{\text{Rendermark}} = \frac{1}{N} \frac{1}{M} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \|p_{3d,i,j} - p_{2d,i,j}\| \quad (4)$$

[0115] 其中, $L_{\text{Rendermark}}$ 表示关键点损失; $p_{2d,i,j}$ 表示目标人脸的第 i 张人脸图像中第 j 个人脸关键点的图像位置 (可以是在人脸图像中的坐标); $p_{3d,i,j}$ 第 i 张人脸图像中第 j 个人脸关键点在三维人脸模型中对应的顶点投影到渲染人脸图像中的图像位置 (可以是在渲染人脸图像中的坐标); M 表示人脸关键点的总数量; N 表示目标人脸的多张人脸图像的总数量; $\|\cdot\|$ 表示范数。

[0116] S413, 至少基于渲染损失和关键点损失, 确定综合损失。

[0117] 具体的, 可以对渲染损失和关键点损失进行加权求和以得到综合损失。

[0118] S415, 基于综合损失调整初始三维人脸模型的人脸参数以及初始姿态参数和初始光照参数, 直至达到预设收敛条件, 得到目标三维重建人脸。

[0119] 具体的, 基于综合损失可以计算反向传播梯度, 进而可以基于反向传播梯度对人脸参数、初始姿态参数和初始光照参数进行调整, 并基于调整后的各参数迭代优化, 直至达到预设收敛条件, 得到人脸参数确定的三维人脸模型即目标三维重建人脸。

[0120] 其中, 预设收敛条件可以是迭代次数达到预设迭代次数, 该预设迭代次数可以基于实际经验进行设定, 一般人脸图像数量多时可以设定为更多的迭代次数, 反之人脸图像数量少时可以设定为更少的迭代次数; 当然, 预设收敛条件还可以是综合损失达到预设损失阈值, 或者是相邻两次迭代对应的综合损失之间的差值达到预设损失差值。

[0121] 实际应用中, 为了使得重建的三维人脸能够向平均人脸靠拢, 可以给人脸参数添加正则, 进而在人脸参数包括形状参数和纹理参数的情况下, 如图5所示, 除了渲染损失和关键点损失之外, 还包括对应于人脸参数 (即形状参数和纹理参数) 的正则项损失, 也即上述步骤S413在实施时可以包括: 基于形状参数和纹理参数确定正则化损失; 确定正则化损失权重、渲染损失权重和关键点损失权重; 基于正则化损失权重、渲染损失权重和关键点损失权重, 对正则化损失、渲染损失和关键点损失进行加权求和, 得到综合损失。

[0122] 示例性的, 正则化损失可以通过以下公式 (5) 计算:

$$[0123] \quad L_{\text{Reg}} = w_{\text{shape}} \cdot \sum_{k=1}^{N_{\text{shape}}} \left(\frac{\alpha_k}{\sigma_{\text{shape},k}} \right)^2 + w_{\text{tex}} \cdot \sum_{k=1}^{N_{\text{tex}}} \left(\frac{\beta_k}{\sigma_{\text{tex},k}} \right)^2 \quad (5)$$

[0124] 其中, L_{Reg} 表示正则化损失; N_{shape} 为3DMM模型中形状基向量的维数; α_k 为形状参数第 k 维的值; $\sigma_{\text{shape},k}$ 为形状基向量第 k 维对应的方差值; N_{tex} 表示3DMM模型中纹理基向量的维数; β_k 为纹理参数第 k 维的值; $\sigma_{\text{tex},k}$ 为纹理基向量第 k 维对应的方差值; w_{shape} 表示形状参数对应的权重, w_{tex} 表示纹理参数对应的权重, 可以基于实际需要进行设定, 例如 $w_{\text{shape}} = 1.0$, $w_{\text{tex}} = 0.8$ 。

[0125] 进而, 综合损失可以表示为以下公式 (6):

$$[0126] \quad L = w_{\text{Render}} \cdot L_{\text{Render}} + w_{\text{Landmark}} \cdot L_{\text{Landmark}} + w_{\text{Reg}} \cdot L_{\text{Reg}} \quad (6)$$

[0127] 其中, w_{Render} 为渲染损失权重; w_{Landmark} 为关键点损失权重; w_{Reg} 为正则化损失权重。 w_{Render} 用于调整渲染损失 L_{Render} 的贡献值, w_{Landmark} 用于调整关键点损失的贡献值, w_{Reg} 用于调整正则化损失的贡献值, 具体可以基于实际需要进行设定。

[0128] 实际应用中, 3DMM在表示三维人脸时还可以包括表情基向量, 进而人脸参数还可以包括表情参数, 为了在输入人脸图像中混入带表情图像时仍能获得准确的三维重建人

脸,在基于形状参数和纹理参数,确定正则化损失时还可以基于形状参数、纹理参数和表情参数,确定正则化损失。

[0129] 具体的实施中,可以在前述公式(5)的正则化损失中引入对应表情参数的正则化

损失项也即 $w_{exp} \cdot \sum_{k=1}^{N_{exp}} \left(\frac{\gamma_k}{\gamma_{exp,k}} \right)^2$, 其中, N_{exp} 表示3DMM模型中表情基向量的维数; γ_k 为表情参数第k维的值; $\gamma_{exp,k}$ 为表情基向量第k维对应的方差值; w_{exp} 表示表情参数对应的权重, 例如承接前述 $w_{shape} = 1.0, w_{tex} = 0.8$, 可以是 $w_{exp} = 1.7e-3$ 。

[0130] 由本申请实施例的上述技术方案可见,本申请实施例通过计算出多个不同拍摄视角对应的多张人脸图像中每张人脸图像在拍摄时实际对应的视场角,进而利用实际的视场角和多视角的信息来重建目标人脸对应的三维人脸,可以得到更加准确的三维人脸,也即使用本申请实施例重建得到的三维重建人脸的五官比例更加符合真实人脸。并且,本申请实施例可以使得基于3DMM模型的整个人脸三维重建过程更加稳定,即使多张人脸图像为目标人脸在不同光照环境中的人脸图像,也依然能够重建出准确的三维人脸。

[0131] 与上述几种实施例提供的人脸三维重建方法相对应,本申请实施例还提供一种人脸三维重建装置,由于本申请实施例提供的人脸三维重建装置与上述几种实施例提供的人脸三维重建方法相对应,因此前述人脸三维重建方法的实施方式也适用于本实施例提供的人脸三维重建装置,在本实施例中不再详细描述。

[0132] 请参阅图6,其所示为本申请实施例提供的一种人脸三维重建装置的结构示意图,该装置具有实现上述方法实施例中人脸三维重建方法的功能,所述功能可以由硬件实现,也可以由硬件执行相应的软件实现。如图6所示,该人脸三维重建装置600可以包括:

[0133] 人脸图像获取模块610,用于获取目标人脸对应多个拍摄视角的多张人脸图像;

[0134] 视场角确定模块620,用于确定该多张人脸图像中每张人脸图像对应的视场角;

[0135] 渲染模块630,用于基于每张人脸图像对应的视场角,分别将初始三维人脸模型渲染成二维图像,得到每张人脸图像对应的渲染人脸图像;

[0136] 人脸参数优化模块640,用于基于每张人脸图像以及每张人脸图像对应的渲染人脸图像,调整该初始三维人脸模型的人脸参数直至满足预设收敛条件,得到目标三维重建人脸。

[0137] 在一个示例性的实施方式中,该渲染模块630,包括:

[0138] 第一获取模块,用于获取初始的人脸参数;

[0139] 模型初始化模块,用于基于该初始的人脸参数和该人脸参数对应的基向量,构建初始三维人脸模型;该基向量为基于预设人脸数据集得到的,用于表征人脸基本属性的向量;

[0140] 第二获取模块,用于获取每张人脸图像对应的初始姿态参数和初始光照参数;

[0141] 渲染子模块,用于基于每张人脸图像对应的视场角、初始姿态参数和初始光照参数,分别将该初始三维人脸模型渲染成二维图像,得到每张人脸图像对应的渲染人脸图像。

[0142] 在一个示例性的实施方式中,人脸参数优化模块640,包括:

[0143] 渲染损失确定模块,用于基于每张人脸图像与相应渲染人脸图像之间的像素差异,确定渲染损失;

[0144] 关键点损失确定模块,用于基于每张人脸图像中第一人脸关键点与相应渲染人脸

图像中第二人脸关键点之间的图像位置差异,确定关键点损失;该第二人脸关键点是该第一人脸关键点在该初始三维人脸模型上对应的顶点投影到该渲染人脸图像中的像素点;

[0145] 综合损失确定模块,用于至少基于该渲染损失和该关键点损失,确定综合损失;

[0146] 参数调整模块,用于基于该综合损失调整该初始三维人脸模型的人脸参数以及该初始姿态参数和初始光照参数,直至达到预设收敛条件,得到目标三维重建人脸。

[0147] 在一个示例性的实施方式中,人脸参数包括形状参数和纹理参数,该综合损失确定模块,包括:

[0148] 正则化损失确定模块,用于基于该形状参数和纹理参数,确定正则化损失;

[0149] 权重确定模块,用于确定正则化损失权重、渲染损失权重和关键点损失权重;

[0150] 加权求和模块,用于基于该正则化损失权重、渲染损失权重和关键点损失权重,对该正则化损失、该渲染损失和该关键点损失进行加权求和,得到综合损失。

[0151] 在一个示例性的实施方式中,人脸参数还包括表情参数,该正则化损失确定模块,具体用于基于形状参数、纹理参数和表情参数,确定正则化损失。

[0152] 在一个示例性的实施方式中,该视场角确定模块620,包括:

[0153] 第三获取模块,用于获取每张人脸图像对应的镜头焦距和图像传感器尺寸;

[0154] 视场角计算模块,用于基于每张人脸图像对应的图像传感器尺寸与镜头焦距的比值,确定每张人脸图像对应的视场角。

[0155] 在一个示例性的实施方式中,该多张人脸图像包括目标人脸在不同光照环境中的人脸图像。

[0156] 需要说明的是,上述实施例提供的装置,在实现其功能时,仅以上述各功能模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成,即将设备的内部结构划分成不同的功能模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。另外,上述实施例提供的装置与方法实施例属于同一构思,其具体实现过程详见方法实施例,这里不再赘述。

[0157] 本申请实施例提供了一种电子设备,该电子设备包括处理器和存储器,该存储器中存储有至少一条指令或者至少一段程序,该至少一条指令或者该至少一段程序由该处理器加载并执行以实现如上述方法实施例所提供的任意一种人脸三维重建方法。

[0158] 存储器可用于存储软件程序以及模块,处理器通过运行存储在存储器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、功能所需的应用程序等;存储数据区可存储根据所述设备的使用所创建的数据等。此外,存储器可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非易失性存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他易失性固态存储器件。相应地,存储器还可以包括存储器控制器,以提供处理器对存储器的访问。

[0159] 本申请实施例所提供的方法实施例可以在计算机终端、服务器或者类似的运算装置中执行,即上述电子设备可以包括计算机终端、服务器或者类似的运算装置。以运行在终端上为例,图7是本申请实施例提供的运行一种人脸三维重建方法的电子设备的硬件结构框图,具体来讲:

[0160] 终端可以包括RF (Radio Frequency, 射频) 电路710、包括有一个或一个以上计算机可读存储介质的存储器720、输入单元730、显示单元740、传感器750、音频电路760、WiFi

(wireless fidelity,无线保真)模块770、包括有一个或者一个以上处理核心的处理器780、以及电源790等部件。本领域技术人员可以理解,图7中示出的终端结构并不构成对终端的限定,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:

[0161] RF电路710可用于收发信息或通话过程中,信号的接收和发送,特别地,将基站的下行信息接收后,交由一个或者一个以上处理器780处理;另外,将涉及上行的数据发送给基站。通常,RF电路710包括但不限于天线、至少一个放大器、调谐器、一个或多个振荡器、用户身份模块(SIM)卡、收发信机、耦合器、LNA(Low Noise Amplifier,低噪声放大器)、双工器等。此外,RF电路710还可以通过无线通信与网络和其他终端通信。所述无线通信可以使用任一通信标准或协议,包括但不限于GSM(Global System of Mobile communication,全球移动通讯系统)、GPRS(General Packet Radio Service,通用分组无线服务)、CDMA(Code Division Multiple Access,码分多址)、WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access,宽带码分多址)、LTE(Long Term Evolution,长期演进)、电子邮件、SMS(Short Messaging Service,短消息服务)等。

[0162] 存储器720可用于存储软件程序以及模块,处理器780通过运行存储在存储器720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720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、功能所需的应用程序等;存储数据区可存储根据所述终端的使用所创建的数据等。此外,存储器720可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非易失性存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他易失性固态存储器件。相应地,存储器720还可以包括存储器控制器,以提供处理器780和输入单元730对存储器720的访问。

[0163] 输入单元730可用于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。具体地,输入单元730可包括触敏表面731以及其他输入设备732。触敏表面731,也称为触摸显示屏或者触控板,可收集用户在其上或附近的触摸操作(比如用户使用手指、触笔等任何适合的物体或附件在触敏表面731上或在触敏表面731附近的操作),并根据预先设定的程式驱动相应的连接装置。可选的,触敏表面731可包括触摸检测装置和触摸控制器两个部分。其中,触摸检测装置检测用户的触摸方位,并检测触摸操作带来的信号,将信号传送给触摸控制器;触摸控制器从触摸检测装置上接收触摸信息,并将它转换成触点坐标,再送给处理器780,并能接收处理器780发来的命令并加以执行。此外,可以采用电阻式、电容式、红外线以及表面声波等多种类型实现触敏表面731。除了触敏表面731,输入单元730还可以包括其他输入设备732。具体地,其他输入设备732可以包括但不限于物理键盘、功能键(比如音量控制按键、开关按键等)、轨迹球、鼠标、操作杆等中的一种或多种。

[0164] 显示单元740可用于显示由用户输入的信息或提供给用户的信息以及所述终端的各种图形用户接口,这些图形用户接口可以由图形、文本、图标、视频和其任意组合来构成。显示单元740可包括显示面板741,可选的,可以采用LCD(Liquid Crystal Display,液晶显示器)、OLED(Organic Light-Emitting Diode,有机发光二极管)等形式来配置显示面板741。进一步的,触敏表面731可覆盖显示面板741,当触敏表面731检测到在其上或附近的触摸操作后,传送给处理器780以确定触摸事件的类型,随后处理器780根据触摸事件的类型

在显示面板741上提供相应的视觉输出。其中,触敏表面731与显示面板741可以两个独立的部件来实现输入和输入功能,但是在某些实施例中,也可以将触敏表面731与显示面板741集成而实现输入和输出功能。

[0165] 所述终端还可包括至少一种传感器750,比如光传感器、运动传感器以及其他传感器。具体地,光传感器可包括环境光传感器及接近传感器,其中,环境光传感器可根据环境光线的明暗来调节显示面板741的亮度,接近传感器可在所述终端移动到耳边时,关闭显示面板741和/或背光。作为运动传感器的一种,重力加速度传感器可检测各个方向上(一般为三轴)加速度的大小,静止时可检测出重力的大小及方向,可用于识别终端姿态的应用(比如横竖屏切换、相关游戏、磁力计姿态校准)、振动识别相关功能(比如计步器、敲击)等;至于所述终端还可配置的陀螺仪、气压计、湿度计、温度计、红外线传感器等其他传感器,在此不再赘述。

[0166] 音频电路760、扬声器761,传声器762可提供用户与所述终端之间的音频接口。音频电路760可将接收到的音频数据转换后的电信号,传输到扬声器761,由扬声器761转换为声音信号输出;另一方面,传声器762将收集的声音信号转换为电信号,由音频电路760接收后转换为音频数据,再将音频数据输出处理器780处理后,经RF电路710以发送给比如另一终端,或者将音频数据输出至存储器720以便进一步处理。音频电路760还可能包括耳塞插孔,以提供外设耳机与所述终端的通信。

[0167] WiFi属于短距离无线传输技术,所述终端通过WiFi模块770可以帮助用户收发电子邮件、浏览网页和访问流式媒体等,它为用户提供了无线的宽带互联网访问。虽然图7示出了WiFi模块770,但是可以理解的是,其并不属于所述终端的必须构成,完全可以根据需要在不改变发明的本质的范围内而省略。

[0168] 处理器780是所述终端的控制中心,利用各种接口和线路连接整个终端的各个部分,通过运行或执行存储在存储器720内的软件程序和/或模块,以及调用存储在存储器720内的数据,执行所述终端的各种功能和处理数据。可选的,处理器780可包括一个或多个处理核心;优选的,处理器780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、用户界面和应用程序等,调制解调处理器主要处理无线通信。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780中。

[0169] 所述终端还包括给各个部件供电的电源790(比如电池),优选的,电源可以通过电源管理系统与处理器780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790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。

[0170] 尽管未示出,所述终端还可以包括摄像头、蓝牙模块等,在此不再赘述。具体在本实施例中,终端还包括有存储器,以及一个或者一个以上的程序,其中一个或者一个以上程序存储于存储器中,且经配置以由一个或者一个以上处理器执行。上述一个或者一个以上程序包含用于执行上述方法实施例提供的人脸三维重建方法的指令。

[0171] 本申请的实施例还提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质可设置于电子设备之中以保存用于实现一种人脸三维重建方法相关的至少一条指令或者至少一段程序,该至少一条指令或者该至少一段程序由该处理器加载并执行以实现上述方法实施例提供的任意一种人脸三维重建方法。

[0172] 本申请的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。电子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,使得该电子设备执行上述方法实施例提供的任意一种人脸三维重建方法。

[0173] 可选地,在本实施例中,上述存储介质可以包括但不限于:U盘、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0174] 需要说明的是:上述本申请实施例先后顺序仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。且上述对本说明书特定实施例进行了描述。其它实施例在所附权利要求书的范围内。在一些情况下,在权利要求书中记载的动作或步骤可以按照不同于实施例中的顺序来执行并且仍然可以实现期望的结果。另外,在附图中描绘的过程不一定要求示出的特定顺序或者连续顺序才能实现期望的结果。在某些实施方式中,多任务处理和并行处理也是可以的或者可能是有利的。

[0175] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其,对于装置实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0176] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成,也可以通过程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0177] 以上所述仅为本申请的较佳实施例,并不用以限制本申请,凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

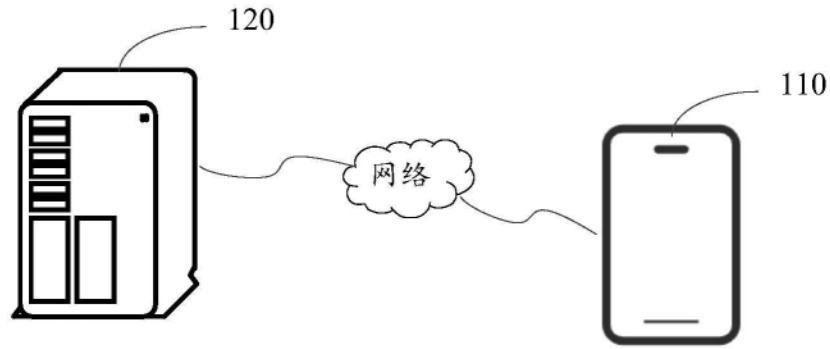


图1

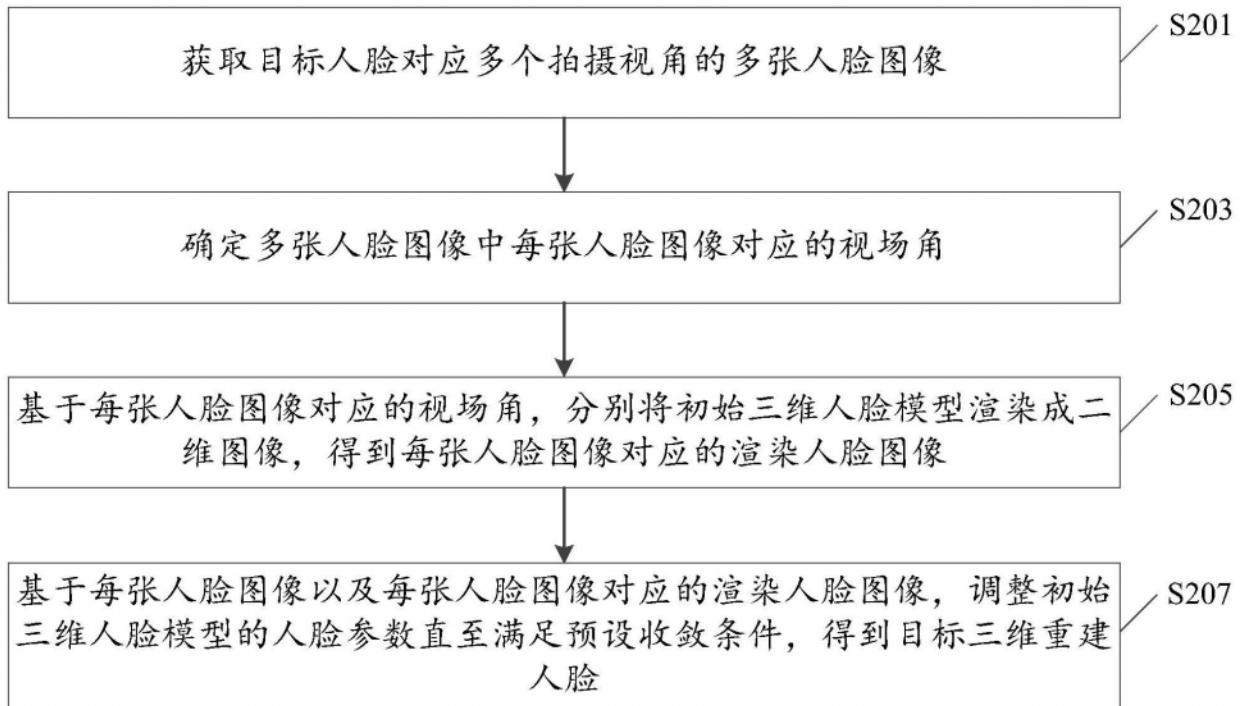


图2

照相机	_____
照相机制造商	Canon
照相机型号	Canon EOS 400D DIGITAL
光圈值	f/20
曝光时间	1/10 秒
ISO 速度	ISO-100
曝光补偿	0 步骤
焦距	50 毫米
最大光圈	
测光模式	平均
目标距离	
闪光灯模式	无闪光, 强制
闪光灯能量	

图3

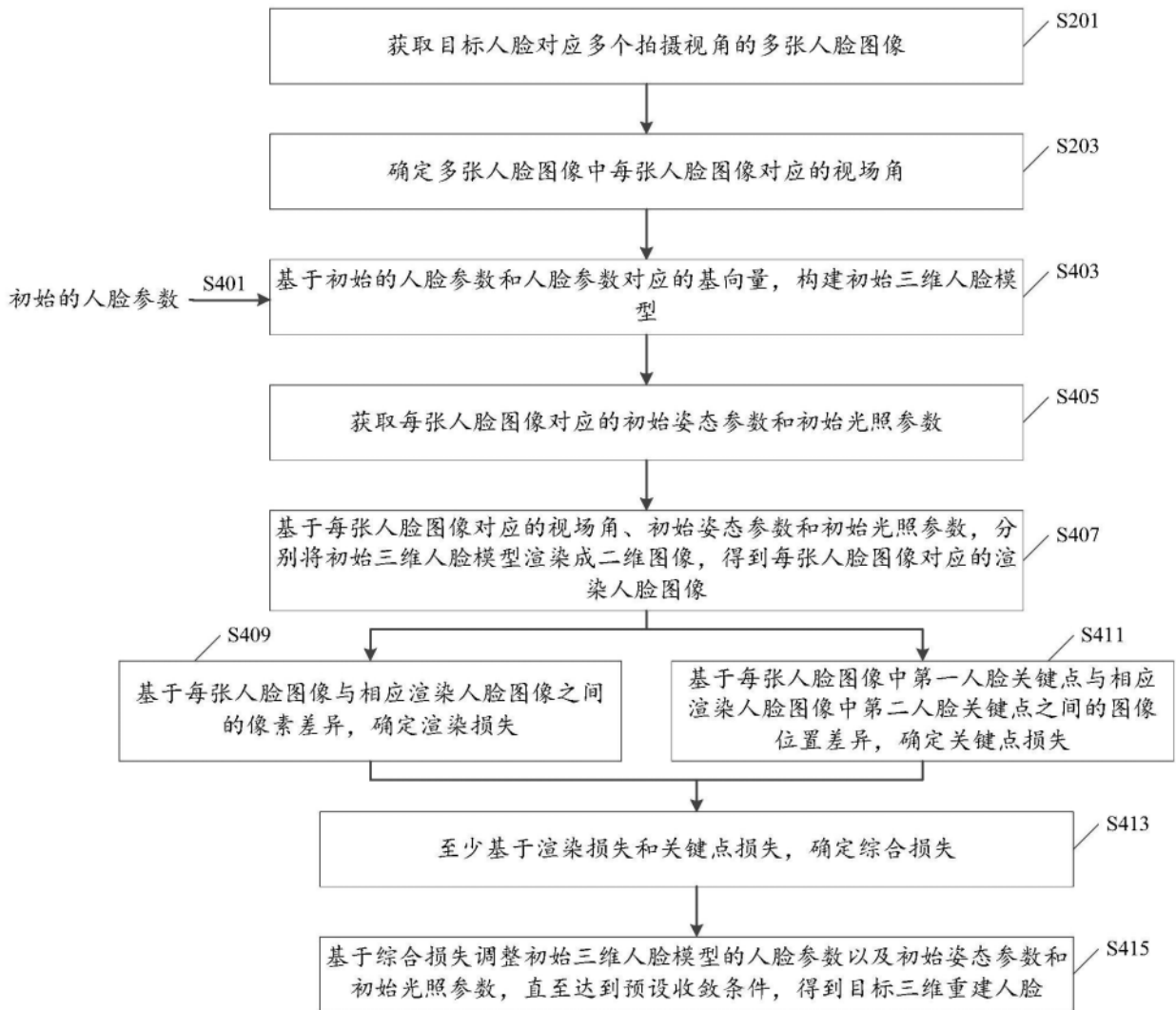


图4

目标人脸的多个拍摄视角的多张人脸图像

每张人脸图像对应的渲染人脸图像

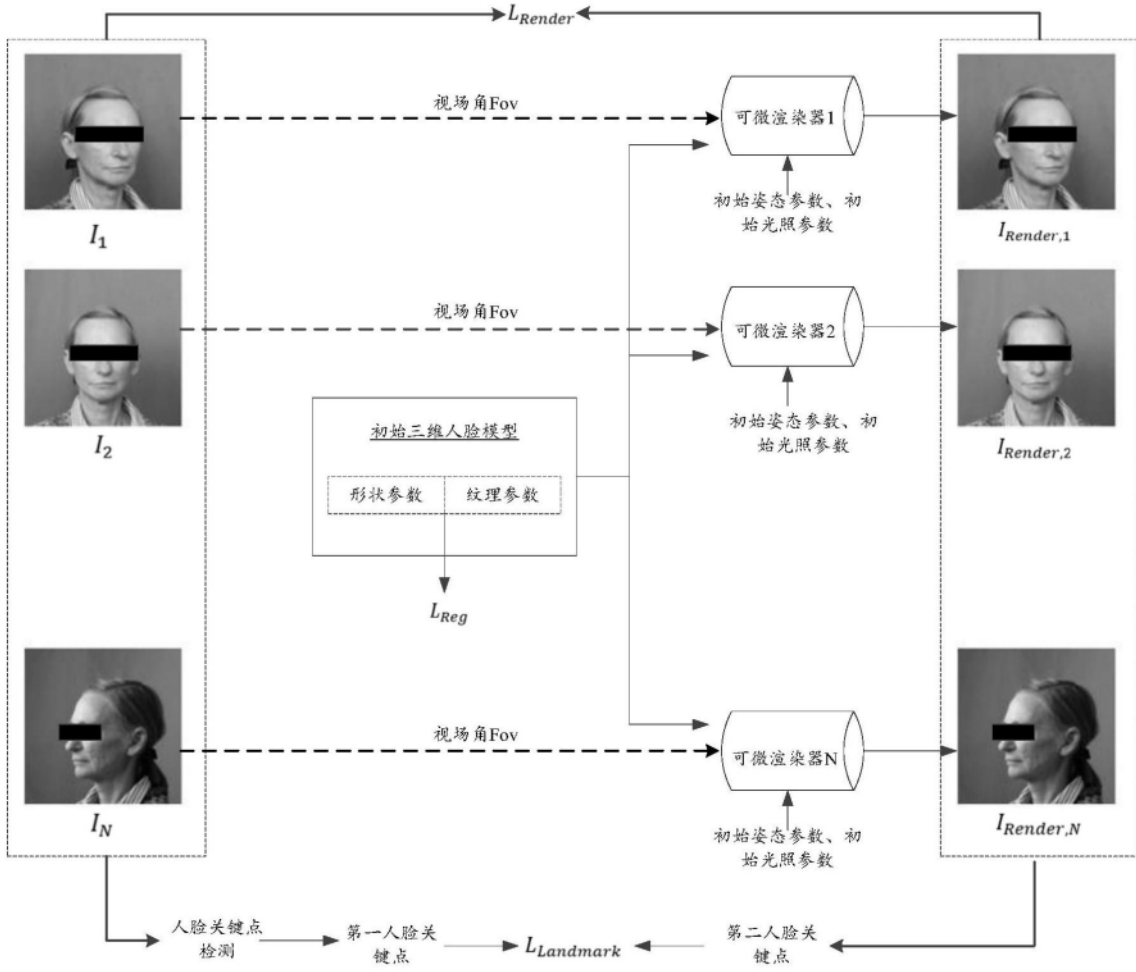


图5

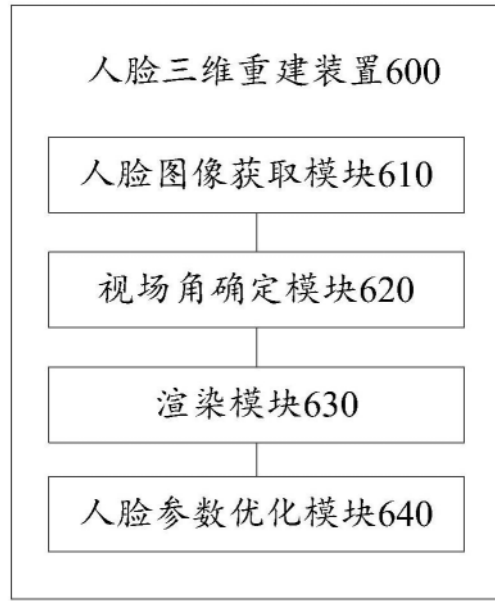


图6

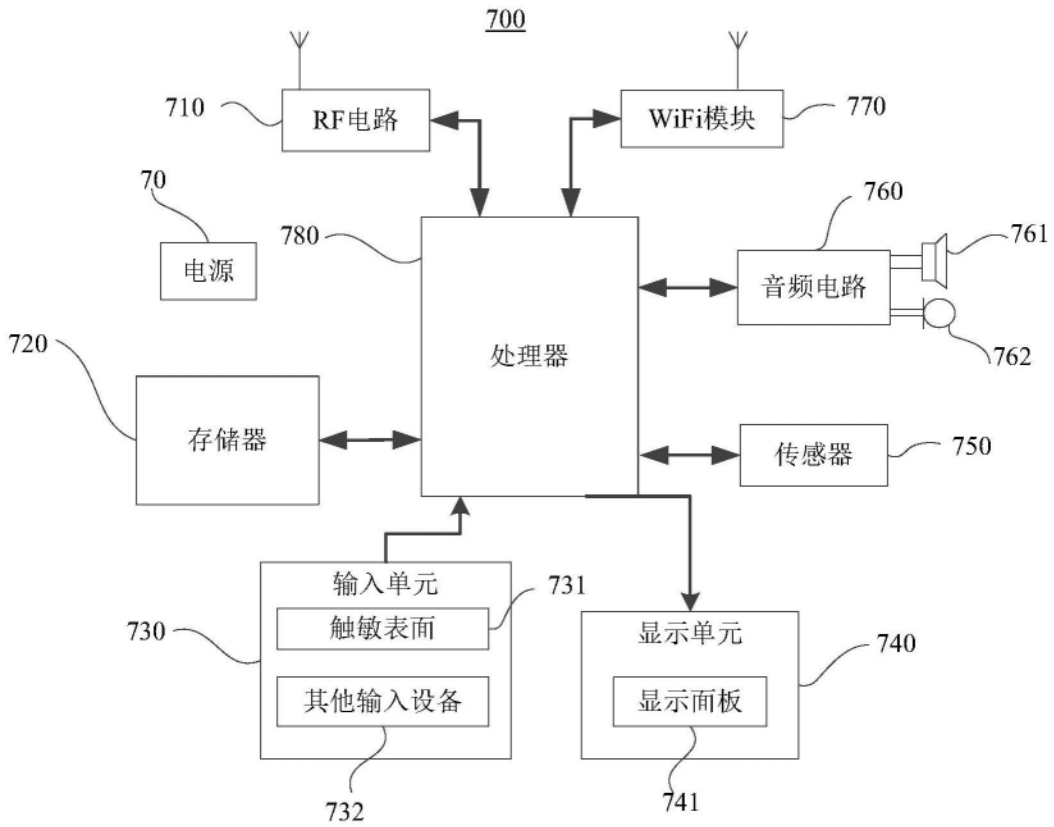


图7