



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112508776 A

(43) 申请公布日 2021.03.16

(21) 申请号 202011468573.9

(22) 申请日 2020.12.11

(71) 申请人 网易(杭州)网络有限公司

地址 310052 浙江省杭州市滨江区长河街
道网商路599号4幢7层

(72) 发明人 唐吉霖 袁焱 胡志鹏

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务
所(特殊普通合伙) 11463

代理人 钟扬飞

(51) Int. Cl.

G06T 3/00 (2006.01)

G06K 9/46 (2006.01)

G06K 9/62 (2006.01)

G06N 3/04 (2006.01)

G06N 3/08 (2006.01)

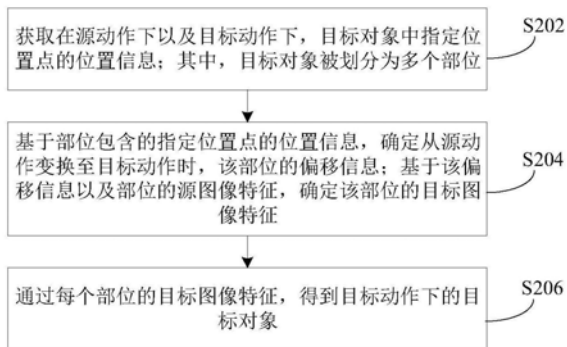
权利要求书2页 说明书13页 附图7页

(54) 发明名称

动作迁移方法、装置和电子设备

(57) 摘要

本发明提供了一种动作迁移方法、装置和电子设备;其中,该方法包括:获取在源动作下以及目标动作下,目标对象中指定位置点的位置信息;其中,目标对象被划分为多个部位;基于部位包含的指定位置点的位置信息,确定从源动作变换至目标动作时,该部位的偏移信息;基于该偏移信息以及部位的源图像特征,确定该部位的目标图像特征;通过每个部位的目标图像特征,得到目标动作下的目标对象。这种以部位为单位计算偏移信息的方式,可以得到目标动作相对于原始动作更加精细准确的偏移情况,进而可以提高动作迁移的整体效果。



1. 一种动作迁移方法,其特征在于,所述方法包括:

获取在源动作下以及目标动作下,目标对象中指定位置点的位置信息;其中,所述目标对象被划分为多个部位;

基于所述部位包含的指定位置点的位置信息,确定从所述源动作变换至所述目标动作时,所述部位的偏移信息;基于所述偏移信息以及所述部位的源图像特征,确定所述部位的目标图像特征;

通过每个所述部位的目标图像特征,得到所述目标动作下的目标对象。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,基于所述偏移信息以及所述部位的源图像特征,确定所述部位的目标图像特征的步骤,包括:

基于所述偏移信息对所述部位的源图像特征进行形变操作,得到所述部位的中间图像特征;

基于所述部位的特征可见性信息,对所述中间图像特征进行筛选处理,得到所述部位的目标图像特征;其中,所述特征可见性信息用于指示:所述部位中每个位置点的目标图像特征存在于所述源图像特征的概率;所述部位由多个位置点组成,所述部位包含的指定位置点属于所述多个位置点。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,基于所述部位的特征可见性信息,对所述中间图像特征进行筛选处理,得到所述部位的目标图像特征的步骤,包括:

通过所述目标动作下所述部位所包含的指定位置点的位置信息,得到所述目标动作下所述部位的部位动作特征;

基于所述部位的特征可见性信息,对所述部位动作特征和所述中间图像特征进行加权求和处理,得到所述目标图像特征。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,基于所述部位的特征可见性信息,对所述部位动作特征和所述中间图像特征进行加权求和处理,得到所述目标图像特征的步骤,包括:

通过下述算式,计算得到所述目标图像特征:

$$F_{s,w,v}^{local} = V^{local} * F_{s,w}^{local} + (1 - V^{local}) * F_{pose}^{local}$$

其中, $F_{s,w,v}^{local}$ 表示所述目标图像特征; V^{local} 表示所述部位的特征可见性信息; $F_{s,w}^{local}$ 表示所述中间图像特征; F_{pose}^{local} 表示所述部位动作特征。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,基于所述部位包含的指定位置点的位置信息,确定从所述源动作变换至所述目标动作时,所述部位的偏移信息的步骤,包括:

针对每个部位,将源动作下以及目标动作下,所述部位包含的指定位置点的位置信息输入至外观流生成网络中,输出所述部位的偏移信息,以及所述部位的特征可见性信息。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,通过每个所述部位的目标图像特征,得到所述目标动作下的目标对象的步骤之前,所述方法还包括:

将所述部位的目标图像特征输入至扩张卷积网络中,输出所述部位最终的目标图像特征;其中,所述扩张卷积网络包括至少一层级联连接的扩张卷积层;每层所述扩张卷积层设置有预设的扩张率参数。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,通过每个所述部位的目标图像特征,得到所述目标动作下的目标对象的步骤,包括:

通过所述目标动作下所述目标对象中指定位置点的位置信息,得到所述目标动作下所述目标对象的对象动作特征;

基于所述目标对象的对象动作特征,以及每个所述部位的目标图像特征,得到所述目标动作下的目标对象。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,基于所述目标对象的对象动作特征,以及每个所述部位的目标图像特征,得到所述目标动作下的目标对象的步骤,包括:

将所述目标对象的对象动作特征和每个所述部位的目标图像特征进行拼接处理,得到拼接特征;

将所述拼接特征输入至特征融合网络中,输出初始融合特征;基于所述初始融合特征,确定所述目标动作下的目标对象。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,基于所述初始融合特征,确定所述目标动作下的目标对象的步骤,包括:

对所述初始融合特征进行多尺度金字塔池化操作,得到多个指定尺度的层次特征;

针对每个层次特征,对所述层次特征进行非局部操作,得到所述层次特征的操作结果;对所述操作结果进行上采样处理,得到所述层次特征的采样结果;

对每个所述层次特征的采样结果与所述初始融合特征进行融合处理,得到全局融合特征;对所述全局融合特征进行解码处理,得到所述目标动作下的目标对象。

10. 一种动作迁移装置,其特征不在于,所述装置包括:

信息获取模块,用于获取在源动作下以及目标动作下,目标对象中指定位置点的位置信息;其中,所述目标对象被划分为多个部位;

信息处理模块,用于基于所述部位包含的指定位置点的位置信息,确定从所述源动作变换至所述目标动作时,所述部位的偏移信息;基于所述偏移信息对所述部位的源图像特征进行形变操作,得到所述部位的目标图像特征;

对象输出模块,用于通过每个所述部位的目标图像特征,得到所述目标动作下的目标对象。

11. 一种电子设备,其特征不在于,包括处理器和存储器,所述存储器存储有能够被所述处理器执行的机器可执行指令,所述处理器执行所述机器可执行指令以实现权利要求1-9任一项所述的动作迁移方法。

12. 一种机器可读存储介质,其特征不在于,所述机器可读存储介质存储有机器可执行指令,所述机器可执行指令在被处理器调用和执行时,所述机器可执行指令促使所述处理器实现权利要求1-9任一项所述的动作迁移方法。

动作迁移方法、装置和电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及人工智能技术领域,尤其是涉及一种动作迁移方法、装置和电子设备。

背景技术

[0002] 动作迁移,是一种将源图像中人物的动作变换为目标动作的技术,这里的动作也可以称为姿势或姿态等;人物的动作变换为目标动作后,依然保持该人物原有的外观特征。相关技术中,基于源图像中人物的原始动作数据和目标动作数据,得到该人物的外观流数据,该外观流数据可以反应目标动作相对于原始动作的整体偏移情况;然后根据该外观流数据,对源图像的图像特征进行变形操作,得到目标图像,该目标图像中的人物具有目标动作,同时保持源图像中人物的外观特征。上述动作迁移方式中,如果目标动作相对于原始动作差异较大,上述外观流数据难以准确地反应二者的偏移情况,影响了动作迁移的整体效果。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种动作迁移方法、装置和电子设备,以提高动作迁移的整体效果。

[0004] 第一方面,本发明实施例提供了一种动作迁移方法,方法包括:获取在源动作下以及目标动作下,目标对象中指定位置点的位置信息;其中,目标对象被划分为多个部位;基于部位包含的指定位置点的位置信息,确定从源动作变换至目标动作时,部位的偏移信息;基于偏移信息以及部位的源图像特征,确定部位的目标图像特征;通过每个部位的目标图像特征,得到目标动作下的目标对象。

[0005] 上述基于偏移信息以及部位的源图像特征,确定部位的目标图像特征的步骤,包括:基于偏移信息对部位的源图像特征进行形变操作,得到部位的中间图像特征;基于部位的特征可见性信息,对中间图像特征进行筛选处理,得到部位的目标图像特征;其中,特征可见性信息用于指示:部位中每个位置点的目标图像特征存在于源图像特征的概率;部位由多个位置点组成,部位包含的指定位置点属于多个位置点。

[0006] 上述基于部位的特征可见性信息,对中间图像特征进行筛选处理,得到部位的目标图像特征的步骤,包括:通过目标动作下部位所包含的指定位置点的位置信息,得到目标动作下部位的部位动作特征;基于部位的特征可见性信息,对部位动作特征和中间图像特征进行加权求和处理,得到目标图像特征。

[0007] 上述基于部位的特征可见性信息,对部位动作特征和中间图像特征进行加权求和处理,得到目标图像特征的步骤,包括:通过下述算式,计算得到目标图像特征:

$$F_{s,w,v}^{local} = V^{local} * F_{s,w}^{local} + (1 - V^{local}) * F_{pose}^{local}$$
其中, $F_{s,w,v}^{local}$ 表示目标图像特征; V^{local} 表示部位的特征可见性信息; $F_{s,w}^{local}$ 表示中间图像特征; F_{pose}^{local} 表示部位动作特征。

[0008] 上述基于部位包含的指定位置点的位置信息,确定从源动作变换至目标动作时,

部位的偏移信息的步骤,包括:针对每个部位,将源动作下以及目标动作下,部位包含的指定位置点的位置信息输入至外观流生成网络中,输出部位的偏移信息,以及部位的特征可见性信息。

[0009] 上述通过每个部位的目标图像特征,得到目标动作下的目标对象的步骤之前,方法还包括:将部位的目标图像特征输入至扩张卷积网络中,输出部位最终的目标图像特征;其中,扩张卷积网络包括至少一层级联连接的扩张卷积层;每层扩张卷积层设置有预设的扩张率参数。

[0010] 上述通过每个部位的目标图像特征,得到目标动作下的目标对象的步骤,包括:通过目标动作下目标对象中指定位置点的位置信息,得到目标动作下目标对象的对象动作特征;基于目标对象的对象动作特征,以及每个部位的目标图像特征,得到目标动作下的目标对象。

[0011] 上述基于目标对象的对象动作特征,以及每个部位的目标图像特征,得到目标动作下的目标对象的步骤,包括:将目标对象的对象动作特征和每个部位的目标图像特征进行拼接处理,得到拼接特征;将拼接特征输入至特征融合网络中,输出初始融合特征;基于初始融合特征,确定目标动作下的目标对象。

[0012] 上述基于初始融合特征,确定目标动作下的目标对象的步骤,包括:对初始融合特征进行多尺度金字塔池化操作,得到多个指定尺度的层次特征;针对每个层次特征,对层次特征进行非局部操作,得到层次特征的操作结果;对操作结果进行上采样处理,得到层次特征的采样结果;对每个层次特征的采样结果与初始融合特征进行融合处理,得到全局融合特征;对全局融合特征进行解码处理,得到目标动作下的目标对象。

[0013] 第二方面,本发明实施例提供了一种动作迁移装置,装置包括:信息获取模块,用于获取在源动作下以及目标动作下,目标对象中指定位置点的位置信息;其中,目标对象被划分为多个部位;信息处理模块,用于基于部位包含的指定位置点的位置信息,确定从源动作变换至目标动作时,部位的偏移信息;基于偏移信息对部位的源图像特征进行形变操作,得到部位的目标图像特征;对象输出模块,用于通过每个部位的目标图像特征,得到目标动作下的目标对象。

[0014] 第三方面,本发明实施例提供了一种电子设备,包括处理器和存储器,存储器存储有能够被处理器执行的机器可执行指令,处理器执行机器可执行指令以实现上述动作迁移方法。

[0015] 第四方面,本发明实施例提供了一种机器可读存储介质,机器可读存储介质存储有机器可执行指令,机器可执行指令在被处理器调用和执行时,机器可执行指令促使处理器实现上述动作迁移方法。

[0016] 本发明实施例带来了以下有益效果:

[0017] 上述动作迁移方法、装置和电子设备中,目标对象被划分为多个部位,基于部位包含的指定位置点的位置信息,确定从源动作变换至目标动作时部位的偏移信息;基于偏移信息对部位的源图像特征进行形变操作,得到部位的目标图像特征;进而通过每个部位的目标图像特征,得到目标动作下的目标对象。该方式中,将目标对象划分为多个部位,基于每个部位包含的指定位置点在源动作和目标动作下的位置信息,得到该部位的偏移信息,并基于偏移信息对部位的图像特征进行形变操作;这种以部位为单位计算偏移信息的方

式,可以得到目标动作相对于原始动作更加精细准确的偏移情况,进而可以提高动作迁移的整体效果。

[0018] 本发明的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

[0019] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举较佳实施例,并配合所附附图,作详细说明如下。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域技术人员来讲,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。

[0021] 图1为本发明实施例提供一种动作迁移方式的示意图;

[0022] 图2为本发明实施例提供一种动作迁移方法的流程图;

[0023] 图3为本发明实施例提供的另一种动作迁移方法的示意图;

[0024] 图4为本发明实施例提供一种基于双线性插值的形变操作的示意图;

[0025] 图5为本发明实施例提供一种扩张卷积网络的示意图;

[0026] 图6为本发明实施例提供一种多尺度金字塔池化操作以及非局部操作的示意图;

[0027] 图7为本发明实施例提供一种动作迁移模型的训练过程的示意图;

[0028] 图8为本发明实施例提供一种动作迁移模型的应用过程的示意图;

[0029] 图9为本发明实施例提供的动作迁移模型输出的动作迁移效果示意图;

[0030] 图10为本发明实施例提供一种动作迁移装置的结构示意图;

[0031] 图11为本发明实施例提供一种电子设备的示意图。

具体实施方式

[0032] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明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发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0033] 动作迁移是一种将源输入图片中的人体图像变换为目标动作姿态的技术。以2D (2-Dimensional, 二维) 空间为例,2D动作迁移需要给定源人物图像和目标人体姿态,进而生成目标姿态下的真实、自然的人物图像,同时保持源人物图像原有的外观特征。目前,该技术已经被广泛地应用于影视制作、动画生成、虚拟试穿等诸多领域,具有广泛的应用前景和巨大的市场价值。

[0034] 为了便于理解,图1所示为相关技术中的一种动作迁移方式的示意图。动作迁移领域,主要使用基于整体外观流的技术来将源输入图片中的人体图像变换为目标动作姿态,同时保持源人物图像的原有人物外观。如图1所示,基于整体外观流的动作迁移方法主要包含两

个模块:整体外观流生成模块和目标图片生成模块。

[0035] 整体外观流生成模块接收源人体姿态 P_s 和目标人体姿态 P_t 作为输入,通过一个卷积神经网络计算得到表示整个源图片与目标图片像素之间偏移情况的整体外观流 W^{global} 。目标图片生成模块则接收源人体图片 I_s 和生成的整体外观流 W^{global} 作为输入,首先利用一个编码器网络将源人体图片 I_s 编码为对应的源图片特征,然后根据生成的整体外观流 W^{global} 对源图片特征进行变形操作(也称为warp操作),最后再利用一个解码器网络将变形后的图片特征解码为生成的目标图片 \hat{I}_t 。

[0036] 上述动作迁移方式中,直接将完整的源人体姿势 P_s 和目标人体姿势 P_t 作为输入来预测整个人体的外观流,这无法可靠、有效地处理源人体姿势 P_s 与目标人体姿势 P_t 存在巨大差异时的复杂情况,难以生成准确、高质量的整体外观流,影响了动作迁移的整体效果。

[0037] 基于上述,本发明实施例提供的动作迁移方法、装置和电子设备,该技术可以应用于人体、动物或其他可发生形变的的目标的动作迁移中;本实施例中的动作迁移也可以称为姿势迁移、姿态迁移等。

[0038] 首先参见图2所示的一种动作迁移方法的流程图,该方法包括如下步骤:

[0039] 步骤S202,获取在源动作下以及目标动作下,目标对象中指定位置点的位置信息;其中,目标对象被划分为多个部位;

[0040] 目标对象中指定位置点可以预先指定,以人体为例,指定位置点可以为头、肩、肘、手、臀、膝、脚等部位的关节点;指定位置点也可以称为关键点或关节点。在源动作下目标对象中指定位置点的位置信息,可以统称为源人体姿态 P_s ;目标动作下目标对象各个指定位置点的位置信息,可以统称为目标人体姿态 P_t 。目标对象中指定位置点的位置信息可以通过热度图来表示,一种具体的实现方式中,一个指定位置点对应一个通道的热度图,该热度图中通过像素的像素值表达指定位置点的位置,例如,靠近指定位置点中心位置的像素值比较高,远离指定位置点中心位置的像素值比较低,从而形成像素值随着位置逐渐变化的热度图。作为示例,如果目标对象的指定位置点包括18个,则上述热度图为18通道,18通道的热度图编码了完整人体18个关键点的空间位置。

[0041] 在实际实现时,通常源图像中包含了源动作下的目标对象,可以使用OpenPose等人体姿态估计开源库,从源图像中提取在源动作下目标对象的指定位置点的位置坐标,进而输出上述热度图,即可得到在源动作下目标对象中指定位置点的位置信息。同理,也可以通过所述人体姿态估计开源库,从其他图像中提取在目标动作下目标对象中指定位置点的位置信息,这里的其他图像通常不包括目标对象,仅包括目标动作下的其他对象。

[0042] 目标对象预先被划分为多个部位,作为示例,可以将目标对象划分为头部、躯干和腿部三个部位;其他方式中,也可以将目标对象划分为数量更多或更少的部位。部位划分好后,本实施例针对每个部位进行特征处理。

[0043] 步骤S204,基于部位包含的指定位置点的位置信息,确定从源动作变换至目标动作时,该部位的偏移信息;基于该偏移信息以及部位的源图像特征,确定该部位的目标图像特征;

[0044] 由于目标对象被划分为多个部位,可以针对每个部位执行上述步骤S204。针对某个部位而言,该部位包含的指定位置点,是目标对象中指定位置点的一个子集;因而该部位包含的指定位置点的位置信息,可以从目标对象中指定位置点的位置信息中提取。具体而

言,获取在源动作下该部位包含的指定位置点的第一位置信息,以及目标动作下该部位包含的指定位置点的第二位置信息,通过第一位置信息和第二位置信息,可以计算得到指定位置点的偏移信息,该偏移信息指示了该指定位置点从源动作变换至目标动作时发生的位置变化,具体通过第一位置信息和第二位置信息进行向量计算,即可得到指定位置点的偏移信息。

[0045] 在图像中,一个部位对应的图像区域由紧密排列的多个像素点组成,一个像素点可以理解为一个位置点,或者对像素点进行筛选,将部分像素点作为位置点;因而,一个部位包括多个位置点,或者说,一个部位由多个位置点组成,而该部位包含的指定位置点属于前述多个位置点,或者说,部位包含的指定位置点,为组成该部位的多个位置点的子集。上述部位的偏移信息中包括该部位中指定位置点的偏移信息,还包括除指定位置点以外的其他位置点的信息,即,部位的偏移信息包括该部位中每个位置点的偏移信息。

[0046] 通过指定位置点的偏移信息,可以估计出该部位中除指定位置点以外的其他位置的偏移信息。以位置点A为例,根据位置点A与指定位置点的相对位置,以及指定位置点的偏移信息,可以估计出位置点A的偏移信息;基于在源动作下位置点A的位置信息,以及该位置点A的偏移信息,通过向量计算可以得到在目标动作下位置点A的位置信息。

[0047] 得到部位中每个位置点的偏移信息之后,基于该偏移信息以及部位的源图像特征,可以得到该部位的目标图像特征。其中,通过对包含源动作下的目标对象的源图像进行图像分割处理,得到该部位的局部图像,然后通过特征提取网络提取该部位的局部图像的图像特征,得到部位的源图像特征。该部位的源图像特征是目标对象在源动作下,该部位的每个位置点的图像特征,为了得到在目标动作下,该部位的目标图像特征,需要通过上述偏移信息,对源图像特征进行形变等操作,得到部位的目标图像特征。

[0048] 步骤S206,通过每个部位的目标图像特征,得到目标动作下的目标对象。

[0049] 通过对每个部位的目标图像特征进行拼接、融合等处理,即可得到完整的目标对象的目标图像特征,通过对目标对象的目标图像特征进行解码处理,即可得到包含有目标动作下的目标对象的目标图像。

[0050] 上述动作迁移方法中,目标对象被划分为多个部位,基于部位包含的指定位置点的位置信息,确定从源动作变换至目标动作时部位的偏移信息;基于偏移信息对部位的源图像特征进行形变操作,得到部位的目标图像特征;进而通过每个部位的目标图像特征,得到目标动作下的目标对象。该方式中,将目标对象划分为多个部位,基于每个部位包含的指定位置点在源动作和目标动作下的位置信息,得到该部位的偏移信息,并基于偏移信息对部位的图像特征进行形变操作;这种以部位为单位计算偏移信息的方式,可以得到目标动作相对于原始动作更加精细准确的偏移情况,进而可以提高动作迁移的整体效果。

[0051] 下面进一步说明。首先,可以根据目标对象的各个指定位置点之间的连接关系,将目标对象划分为多个部位。根据每个部位包含的指定位置点,得到每个部位的局部子姿态数据。作为示例,当目标对象被划分为头部、躯干和腿部共三个部位时,

$P_s^{local} = \{P_s^{head}, P_s^{torso}, P_s^{leg}\}$ 和 $P_t^{local} = \{P_t^{head}, P_t^{torso}, P_t^{leg}\}$ 分别表示部位划分后的

源局部子姿态和目标局部子姿态,其中, P_s^{head} , P_s^{torso} , P_s^{leg} 分别表示头部、躯干和腿部三个部位的源局部子姿态,即源动作下,头部、躯干和腿部三个部位分别包含的指定位置点的

位置信息; P_t^{head} , P_t^{torso} , P_t^{leg} 分别表示头部、躯干和腿部三个部位的目标局部子姿态,即目标动作下,头部、躯干和腿部三个部位分别包含的指定位置点的位置信息。

[0052] 得到上述各个部位包含的指定位置点的位置信息后,针对每个部位,将源动作下以及目标动作下,部位包含的指定位置点的位置信息输入至外观流生成网络中,输出部位的偏移信息,以及部位的特征可见性信息。参见图3所示的一种动作迁移方法的示意图,每个部位可以设置一个外观流生成网络,源人体姿态和目标人体姿态按照部位(也可以称为部件)被划分为每个部位的局部子姿态后,将每个部位包含的指定位置点的位置信息输入至该部位对应的外观流生成网络中,输出该部位的偏移信息,以及部位的特征可见性信息;其中,部位的偏移信息也可以称为局部外观流图,部位的特征可见性信息也可以称为局部

可见性图。基于部位的外观流生成网络可以表示为 $G_{\text{flow}}^{\text{local}} = \{G_{\text{flow}}^{\text{head}}, G_{\text{flow}}^{\text{torso}}, G_{\text{flow}}^{\text{leg}}\}$; 其

中, $G_{\text{flow}}^{\text{head}}$, $G_{\text{flow}}^{\text{torso}}$, $G_{\text{flow}}^{\text{leg}}$ 分别表示头部、躯干和腿部对应的外观流生成网络。该外观流生成

网络的工作原理可以表示为: $W^{\text{local}}, V^{\text{local}} = G_{\text{flow}}^{\text{local}}(P_s^{\text{local}}, P_t^{\text{local}})$; 其中, W^{local} 表示部位的偏移信息, V^{local} 表示部位的特征可见性信息。

[0053] 以目标对象为人体为例,针对姿态变化而言,人体是由具有不同运动复杂度的不同部位组成的。因此,本实施例将人体分解为不同的语义部位,例如头部,躯干和腿部等部位,并采用不同的独立外观流生成网络来分别估计这些部位的局部外观流,即每个部位的偏移信息。这样,本实施例不仅降低了网络模型直接学习复杂的整体人体姿势变化的难度,而且可以利用特定的网络更精确、更有针对性地处理每个人体部分的姿势变化情况,从而提高偏移信息的准确率,进而提高动作迁移的整体效果。

[0054] 针对每个部位而言,得到部位的偏移信息后,需要基于该偏移信息对部位的源图像特征进行处理,最终得到部位的目标图像特征。继续参考图3,源人体图片经过剪裁后,得到头部、躯干和腿部共三个部位的源局部图片;每个源局部图片经过各自的特征提取网络 E^{head} , E^{torso} , E^{leg} 后,得到每个部位的源局部图片特征(也称为源图像特征)。源局部图片特征、局部外观流和局部可见性图共同输入至局部形变模块,通过该局部形变模块进行下述处理,输出形变后的源局部图片特征,即前述目标图像特征。

[0055] 具体而言,首先,基于偏移信息对部位的源图像特征进行形变操作,得到部位的中间图像特征;该形变操作也可以称为warp操作。该形变操作可以基于前述偏移信息,对部位的图像特征进行图像仿射变换,得到部位的中间图像特征。上述偏移信息中记录了部位的源特征和目标特征之间的坐标偏移,部位的偏移信息也可以称为局部外观流。一种具体的实现方式中,可以基于部位的偏移信息,对源图像特征进行双线性插值的形变操作,即可得到上述中间图像特征,该中间图像特征与部位的目标动作对齐或相匹配。具体实现时,该中间图像特征可以表示为 $F_{s,w}^{\text{local}} = \{F_{s,w}^{\text{head}}, F_{s,w}^{\text{torso}}, F_{s,w}^{\text{leg}}\}$; 其中的 $F_{s,w}^{\text{head}}$, $F_{s,w}^{\text{torso}}$, $F_{s,w}^{\text{leg}}$ 分别表示头部、躯干和腿部的中间图像特征;中间图像特征 $F_{s,w}^{\text{local}}$ 的生成过程可以通过下述算式表示:

[0056] $F_{s,w}^{\text{local}} = G_{\text{warp}}(F_s^{\text{local}}, W^{\text{local}})$;

[0057] 其中, G_{warp} 表示基于双线性插值的形变操作; F_S^{local} 表示部位的源图像特征, $F_S^{\text{local}} = \{F_S^{\text{head}}, F_S^{\text{torso}}, F_S^{\text{leg}}\}$; 其中, $F_S^{\text{head}}, F_S^{\text{torso}}, F_S^{\text{leg}}$ 分别表示头部、躯干和腿部的源图像特征。图4所示为一种基于双线性插值的形变操作的示意图; 源图像特征中每个位置点上的特征, 经过基于局部外观流的双线性采样后, 位置发生了一定的变化, 从而得到中间图像特征。

[0058] 考虑到目标对象的源动作和目标动作往往具有不同的部位可见性, 需要基于部位的特征可见性信息, 对中间图像特征进行筛选处理, 得到部位的目标图像特征, 从而提高目标图像特征的准确性。其中, 该特征可见性信息用于指示: 部位中每个位置点的目标图像特征存在于源图像特征的概率, 该部位由多个位置点组成, 该部位包含的指定位置点属于多个位置点。特征可见性信息可以表示为 $V^{\text{local}} = \{V^{\text{head}}, V^{\text{torso}}, V^{\text{leg}}\}$; 其中, $V^{\text{head}}, V^{\text{torso}}, V^{\text{leg}}$ 分别表示头部、躯干和腿部的特征可见性信息; 一个具体示例中, 特征可见性信息中存储了0到1之间的置信度数值, 每个位置点对应一个置信度数值, 该置信度数值表示该位置点的目标图像特征在源图像特征中是否存在, 置信度数值越大, 存在的概率越大。

[0059] 基于部位的特征可见性信息, 对中间图像特征进行筛选处理时, 首先通过目标动作下部位所包含的指定位置点的位置信息, 得到目标动作下部位的部位动作特征; 该过程可以通过多个卷积层组成的编码器网络实现; 其中, 目标动作下部位所包含的指定位置点的位置信息也可以称为目标局部子姿态数据, 可以表示为 P_t^{local} , 将目标局部子姿态数据输入至前述编码器网络中, 输出目标动作下部位的部位动作特征, 即 $F_{\text{pose}}^{\text{local}}$; 由于目标动作下部位所包含的指定位置点的位置信息, 通常通过热度图表示, 该过程也可以理解为, 将热度图表示转换为特征表示。

[0060] 前述 $F_{\text{pose}}^{\text{local}} = \{F_{\text{pose}}^{\text{head}}, F_{\text{pose}}^{\text{torso}}, F_{\text{pose}}^{\text{leg}}\}$ 表示从目标局部子姿态数据 $P_t^{\text{local}} = \{P_t^{\text{head}}, P_t^{\text{torso}}, P_t^{\text{leg}}\}$ 编码得到的目标局部姿态特征, 即部位动作特征。然后, 基于部位的特征可见性信息, 对部位动作特征和中间图像特征进行加权求和处理, 得到目标图像特征, 该方式可以进一步提高目标图像特征的准确性。具体可以通过下述算式, 计算得到目标图像特征:

$$[0061] \quad F_{s,w,v}^{\text{local}} = V^{\text{local}} * F_{s,w}^{\text{local}} + (1 - V^{\text{local}}) * F_{\text{pose}}^{\text{local}}$$

[0062] 其中, $F_{s,w,v}^{\text{local}}$ 表示目标图像特征; V^{local} 表示部位的特征可见性信息; $F_{s,w}^{\text{local}}$ 表示中间图像特征; $F_{\text{pose}}^{\text{local}}$ 表示部位动作特征。通过上述算式可知, 对于置信度数值比较高的位置点, $F_{s,w,v}^{\text{local}}$ 的特征趋近于 $F_{s,w}^{\text{local}}$; 对于置信度数值比较低的位置点, $F_{s,w,v}^{\text{local}}$ 的特征趋近于 $F_{\text{pose}}^{\text{local}}$ 。

[0063] 上述动作迁移方式, 可以充分利用人体或其他对象的先验结构部位信息, 以生成更加准确、高质量的外观流数据, 可以有效处理源动作与目标动作存在巨大差异的情况, 提高动作迁移的整体效果。

[0064] 得到每个部位的目标图像特征后,为了有效捕获不同各个部位的内部像素之间所存在的局部语义相关性,本实施例进一步引入了扩张卷积网络,将部位的目标图像特征输入至扩张卷积网络中,输出部位最终的目标图像特征;其中,扩张卷积网络包括至少一层级联连接的扩张卷积层;每层扩张卷积层设置有预设的扩张率参数。各层扩张卷积层之间的扩张率参数可以相同也可以不同;一个具体的示例,扩张卷积网络中包括两层扩张卷积层,两层扩张卷积层的扩张率参数不同。如图5所示,各个部位的源局部图片特征,基于外观流图和可见性图进行特征形变和特征选择(也称为特征筛选),输出部位的目标图像特征,该部位的目标图像特征经混合扩张卷积模块处理后,得到部位最终的目标图像特征,即形变源局部图片特征。这里的混合扩卷积模块相当于上述扩张卷积网络;该模块包括两个级联的扩张卷积层,第一个扩张卷积层的扩张率为1,第二个扩张卷积层的扩张率为2。

[0065] 通过上述扩张卷积网络处理目标图像特征,可以扩大目标图像特征中每个位置点的空间感受野,增加与邻近位置点的信息交互。令 G_{hdcb} 表示上述扩张卷积网络,也可以称为混合扩张卷积模块,不同部位最终的目标图像特征(也称为形变局部图片特征)

$$F_{\text{warp}}^{\text{local}} = \{F_{\text{warp}}^{\text{head}}, F_{\text{warp}}^{\text{torso}}, F_{\text{warp}}^{\text{leg}}\} \text{ 可以通过如下方式获得: } F_{\text{warp}}^{\text{local}} = G_{\text{hdcb}}(F_{s,w,v}^{\text{local}})。$$

[0066] 相关技术中,大多仅考虑了独立地生成每个空间位置下的目标特征,没有考虑不同空间位置下的目标特征之间所存在的语义相关性。以目标对象为人体为例,对属于人体相同部分的局部区域内的临近像素而言,它们的外观特征通常具备语义上的相关性和一致性。因此,区别于相关技术中的独立生成每个空间位置上的目标特征的方式,本实施例在网络中额外引入了一个混合扩张卷积模块,以有效地捕获不同人体部分内部所存在的局部语义相关性。该方式可以充分考虑不同空间位置下的目标特征之间所存在的局部及全局的语义相关性,进一步提升生成结果的全局外观一致性,同时保留局部的外观细节,从而提高动作迁移的整体效果。

[0067] 通过上述实施例得到每个部位的目标图像特征后,需要基于各个部位的目标图像特征,得到目标动作下的目标对象的图像。具体地,首先通过目标动作下目标对象中指定位置点的位置信息,得到目标动作下目标对象的对象动作特征;其中,目标动作下目标对象中指定位置点的位置信息具体也可以称为目标人体姿态,表示为 P_t ;将 P_t 通过卷积层组成的编码器编码得到对象动作特征,也称为目标全局姿态特征;该目标全局姿态特征中包括目标对象全部的指定位置点的位置信息的特征,即该特征提供了关于不同人体部分在目标图像中放置位置的关键信息。

[0068] 然后,基于目标对象的对象动作特征,以及每个部位的目标图像特征,得到目标动作下的目标对象。在生成目标动作下的目标对象时,同时参考目标图像整体的对象动作特征以及每个部位的目标图像特征;同时参考整体特征和部位局部特征,使得特征更加准确,动作迁移效果更优。

[0069] 具体地,将目标对象的对象动作特征和每个部位的目标图像特征进行拼接处理,得到拼接特征;将该拼接特征输入至特征融合网络中,输出初始融合特征;基于初始融合特征,确定目标动作下的目标对象。该特征融合网络可以通过一个或多个卷积层实现,主要用于对拼接特征进行特征聚合。在具体实现时,可以将形变处理后的每个部位的目标图像特

征 F_{warp}^{local} ,即不同人体部分的形变局部图片特征,以及目标对象的对象动作特征 F_{pose}^{global} ,即目标全局姿势特征,拼接在一起输入至全局融合模块(即上述特征融合网络)中,输出初始的全局融合特征 F_{fusion} ,即上述初始融合特征;该 F_{fusion} 的生成过程可以表示为 $F_{fusion} = G_{fusion}(F_{warp}^{local}, F_{pose}^{global})$;其中, G_{fusion} 代表特征融合网络。

[0070] 由于人体的内在对称性,彼此相距较远的不同人体部位的外观特征也存在着语义相关性,例如,左、右裤腿的外观特征应保持一致。因此,本实施例引入了一个轻量且有效的基于金字塔池化的非局部(non-local)模块,以捕获不同尺度下不同人体部分的全局语义相关性。该方式可以考虑到距离较远的部位之间的语义相关性,从而提高动作迁移效果。

[0071] 具体地,得到上述初始融合特征后,对初始融合特征进行多尺度金字塔池化操作,得到多个指定尺度的层次特征;该多尺度金字塔池化操作可以根据预设的尺度参数,将初始融合特征自适应地划分为多个局部区域;局部特征的指定尺度可以相同,也可以不同;该多尺度金字塔池化操作还可以从每个局部区域中选择最重要的全局表示,选择最重要的全局表示的过程可以通过最大池化操作实现;从而并行地基于每个局部区域以及相应的全局表示,生成不同尺度的层次特征。例如,层次特征的尺度可以是 $4*4*c$ 、 $6*6*c$ 等;其中, $4*4$ 和 $6*6$ 代表层次特征的空间分辨率, c 代表层次特征的通道数。

[0072] 然后,针对每个层次特征,对层次特征进行非局部操作,得到层次特征的操作结果;这里的非局部操作主要用于对层次特征的特征图上所有空间位置的特征进行加权求和,来获得层次特征的特定目标位置处的响应值。得到层次特征的操作结果后,对该操作结果进行上采样处理,得到层次特征的采样结果;每个层级特征的采样结果的尺度,与前述初始融合特征的尺度相同;然后对每个层次特征的采样结果与初始融合特征进行融合处理,得到全局融合特征;首先,对每个层次特征的采样结果与初始融合特征进行拼接处理,得到拼接结果,然后经卷积层对拼接结果进行运算,得到最终的全局融合特征。例如,共有两个层次特征,两个层次特征的采样结果的尺度为 $h*w*c$;初始融合特征的尺度也是 $h*w*c$;进行拼接处理后,拼接结果的尺度为 $h*w*3c$,该拼接结果经卷积核为 $1*1$ 的卷积层运算后,得到 $h*w*c$ 的全局融合特征。另全局融合特征表示为 F_{global} ;该 F_{global} 的生成过程可以表示为 $F_{global} = G_{pnb}(F_{fusion})$;其中 F_{fusion} 代表初始融合特征, G_{pnb} 代表前述多尺度金字塔池化操作以及非局部操作。

[0073] 参考图6,初始全局融合特征,即上述初始融合特征,经金字塔池化后,得到多个指定尺度的局部区域,每个局部区域经过非局部操作后,得到响应的层次特征,层次特征经上采样后,与初始全局融合特征拼接,然后经卷积运算得到全局融合特征。其中的非局部操作过程可参考图6,包括对局部区域进行卷积、形变、特征矩阵点乘、softmax函数处理、特征逐元素相加等一系列的操作。

[0074] 最后,对全局融合特征进行解码处理,得到目标动作下的目标对象。具体地,将全局融合特征 F_{global} 输入到一个由多个反卷积层组成的解码器网络中进行解码处理,生成最终的目标图片 \hat{I}_t ,该目标图片包含目标动作下的目标对象。

[0075] 继续参考图3,图3完整地描述了上述动作迁移的过程;经前述局部形变模块可以输出各个部位的目标图像特征,即形变源局部图片特征;然后,通过特征提取网络 E^{pose} ,对

目标动作下目标对象中指定位置点的位置信息进行特征提取处理,得到目标动作下目标对象的对象动作特征;该目标对象的对象动作特征也可以称为目标全局姿态特征,该特征中包括目标对象全部指定位置点的位置信息;该目标全局姿态特征和各个部位的目标图像特征共同输入至全局融合模块,经全局融合模块进行特征融合处理,输出全局融合特征,全局融合特征经解码器Dec处理,得到目标图片,该目标图片包括目标动作下的目标对象。

[0076] 上述动作迁移方法,可以通过一个动作迁移模型实现,图7示出了该动作迁移模型的训练过程。源样本图片、源姿态样本数据和目标姿态样本数据输入至初始模型中,输出目标图片;基于目标图片和对应的真值图片计算损失函数,得到损失值;然后基于该损失值,以梯度下降的方式更新优化初始模型中的模型参数;继续执行前述源样本图片、源姿态样本数据和目标姿态样本数据输入至初始模型中的步骤,直至达到最大迭代次数,保存当前模型中的模型参数,得到动作迁移模型。对于专用于人体动作迁移的模型,前述的源样本图片可以为源人体样本图片,前述的源姿态样本数据和目标姿态样本数据可以为源人体姿态样本数据和目标人体姿态样本数据。

[0077] 在上述模型的训练阶段,源人体图片对应的真值图片 I_t 则应用于计算损失函数以引导网络更新参数,不断提升生成结果的质量。具体而言,模型的损失函数定义了生成的目标图片 \hat{I}_t 和真实的目标图像 I_t 之间的相似程度,损失函数越小则表示两张图像越相似。在模型训练过程中,通过梯度下降算法来迭代地更新、优化模型的权重参数,使得模型的输出 \hat{I}_t 与真值 I_t 尽可能地一致,从而最终得到期望的动作迁移模型。

[0078] 如图8所示,在模型训练完成后,可以调用模型执行动作迁移任务,以人体动作迁移为例,加载动作迁移模型的模型参数后,将源人体图片 I_s 、源人体姿态 P_s 和目标人体姿态 P_t 输入至动作迁移模型中,输出结果图片,该结果图片中包括目标动作下的人体图像。

[0079] 下述图9示出了动作迁移模型输出的动作迁移效果;图9中共包括四组示例;每组示例中,左上角第一幅图为源人体图片,基于一个目标人体姿态数据,即可得到一副目标人体图像,目标人体图像中人体动作与目标人体姿态数据体现的动作相匹配。

[0080] 对应于上述方法实施例,参见图10所示的一种动作迁移装置的结构示意图,该装置包括:

[0081] 信息获取模块102,用于获取在源动作下以及目标动作下,目标对象中指定位置点的位置信息;其中,目标对象被划分为多个部位;

[0082] 信息处理模块104,用于基于部位包含的指定位置点的位置信息,确定从源动作变换至目标动作时,部位的偏移信息;基于偏移信息对部位的源图像特征进行形变操作,得到部位的目标图像特征;

[0083] 对象输出模块106,用于通过每个部位的目标图像特征,得到目标动作下的目标对象。

[0084] 上述动作迁移装置,目标对象被划分为多个部位,基于部位包含的指定位置点的位置信息,确定从源动作变换至目标动作时部位的偏移信息;基于偏移信息对部位的源图像特征进行形变操作,得到部位的目标图像特征;进而通过每个部位的目标图像特征,得到目标动作下的目标对象。该方式中,将目标对象划分为多个部位,基于每个部位包含的指定位置点在源动作和目标动作下的位置信息,得到该部位的偏移信息,并基于偏移信息对部

位的图像特征进行形变操作；这种以部位为单位计算偏移信息的方式，可以得到目标动作相对于原始动作更加精细准确的偏移情况，进而可以提高动作迁移的整体效果。

[0085] 上述信息处理模块，还用于：基于偏移信息对部位的源图像特征进行形变操作，得到部位的中间图像特征；基于部位的特征可见性信息，对中间图像特征进行筛选处理，得到部位的目标图像特征；其中，特征可见性信息用于指示：部位中每个位置点的目标图像特征存在于源图像特征的概率；部位由多个位置点组成，部位包含的指定位置点属于多个位置点。

[0086] 上述信息处理模块，还用于：通过目标动作下部位所包含的指定位置点的位置信息，得到目标动作下部位的部位动作特征；基于部位的特征可见性信息，对部位动作特征和中间图像特征进行加权求和处理，得到目标图像特征。

[0087] 上述信息处理模块，还用于：通过下述算式，计算得到目标图像特征：

$$[0088] \quad F_{s,w,v}^{\text{local}} = V^{\text{local}} * F_{s,w}^{\text{local}} + (1 - V^{\text{local}}) * F_{\text{pose}}^{\text{local}}$$

[0089] 其中， $F_{s,w,v}^{\text{local}}$ 表示目标图像特征； V^{local} 表示部位的特征可见性信息； $F_{s,w}^{\text{local}}$ 表示中间图像特征； $F_{\text{pose}}^{\text{local}}$ 表示部位动作特征。

[0090] 上述信息处理模块，还用于：针对每个部位，将源动作下以及目标动作下，部位包含的指定位置点的位置信息输入至外观流生成网络中，输出部位的偏移信息，以及部位的特征可见性信息。

[0091] 上述装置还包括：特征输出模块，用于：将部位的目标图像特征输入至扩张卷积网络中，输出部位最终的目标图像特征；其中，扩张卷积网络包括至少一层级联连接的扩张卷积层；每层扩张卷积层设置有预设的扩张率参数。

[0092] 上述对象输出模块，还用于：通过目标动作下目标对象中指定位置点的位置信息，得到目标动作下目标对象的对象动作特征；基于目标对象的对象动作特征，以及每个部位的目标图像特征，得到目标动作下的目标对象。

[0093] 上述对象输出模块，还用于：将目标对象的对象动作特征和每个部位的目标图像特征进行拼接处理，得到拼接特征；将拼接特征输入至特征融合网络中，输出初始融合特征；基于初始融合特征，确定目标动作下的目标对象。

[0094] 上述对象输出模块，还用于：对初始融合特征进行多尺度金字塔池化操作，得到多个指定尺度的层次特征；针对每个层次特征，对层次特征进行非局部操作，得到层次特征的操作结果；对操作结果进行上采样处理，得到层次特征的采样结果；对每个层次特征的采样结果与初始融合特征进行融合处理，得到全局融合特征；对全局融合特征进行解码处理，得到目标动作下的目标对象。

[0095] 本实施例还提供一种电子设备，包括处理器和存储器，存储器存储有能够被处理器执行的机器可执行指令，处理器执行机器可执行指令以实现上述动作迁移方法。该电子设备可以服务器，也可以是终端设备。

[0096] 参见图11所示，该电子设备包括处理器100和存储器101，该存储器101存储有能够被处理器100执行的机器可执行指令，该处理器100执行机器可执行指令以实现上述动作迁移方法。

[0097] 进一步地,图11所示的电子设备还包括总线102和通信接口103,处理器100、通信接口103和存储器101通过总线102连接。

[0098] 其中,存储器101可能包含高速随机存取存储器(RAM,RandomAccessMemory),也可能还包括非不稳定的存储器(non-volatilememory),例如至少一个磁盘存储器。通过至少一个通信接口103(可以是有线或者无线)实现该系统网元与至少一个其他网元之间的通信连接,可以使用互联网,广域网,本地网,城域网等。总线102可以是ISA总线、PCI总线或EISA总线等。所述总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示,图11中仅用一个双向箭头表示,但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

[0099] 处理器100可能是一种集成电路芯片,具有信号的处理能力。在实现过程中,上述方法的各步骤可以通过处理器100中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器100可以是通用处理器,包括中央处理器(CentralProcessingUnit,简称CPU)、网络处理器(NetworkProcessor,简称NP)等;还可以是数字信号处理器(Digital Signal Processor,简称DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,简称ASIC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,简称FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本发明实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本发明实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成,或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器,闪存、只读存储器,可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器101,处理器100读取存储器101中的信息,结合其硬件完成前述实施例的方法的步骤。

[0100] 本实施例还提供一种机器可读存储介质,机器可读存储介质存储有机器可执行指令,机器可执行指令在被处理器调用和执行时,机器可执行指令促使处理器实现上述动作迁移方法。

[0101] 本发明实施例所提供的动作迁移方法、装置和电子设备的计算机程序产品,包括存储了程序代码的计算机可读存储介质,所述程序代码包括的指令可用于执行前面方法实施例中所述的方法,具体实现可参见方法实施例,在此不再赘述。

[0102] 另外,在本发明实施例的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0103] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,电子设备,或者网络设备等等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0104] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0105] 最后应说明的是:以上实施例,仅为本发明的具体实施方式,用以说明本发明的技术方案,而非对其限制,本发明的保护范围并不局限于此,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域技术人员应当理解:任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改、变化或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

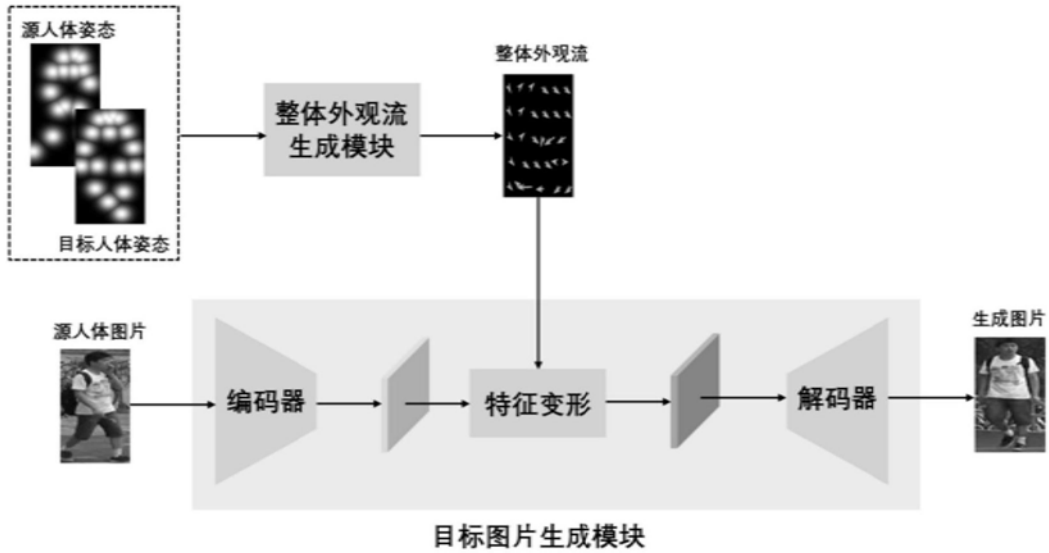


图1

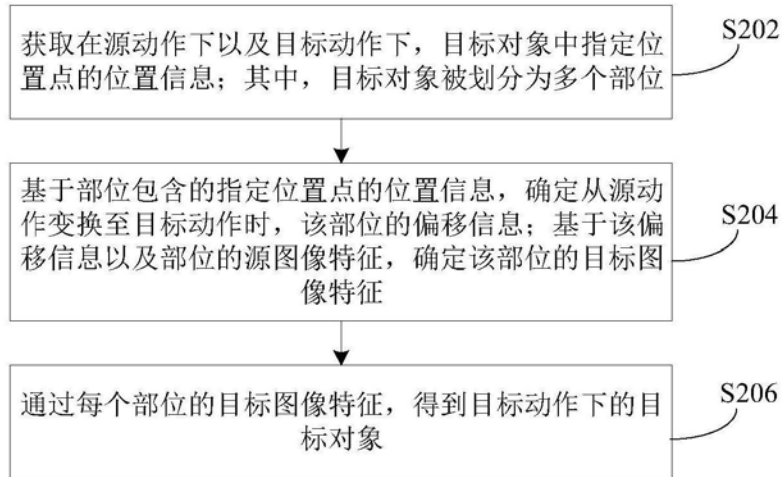


图2

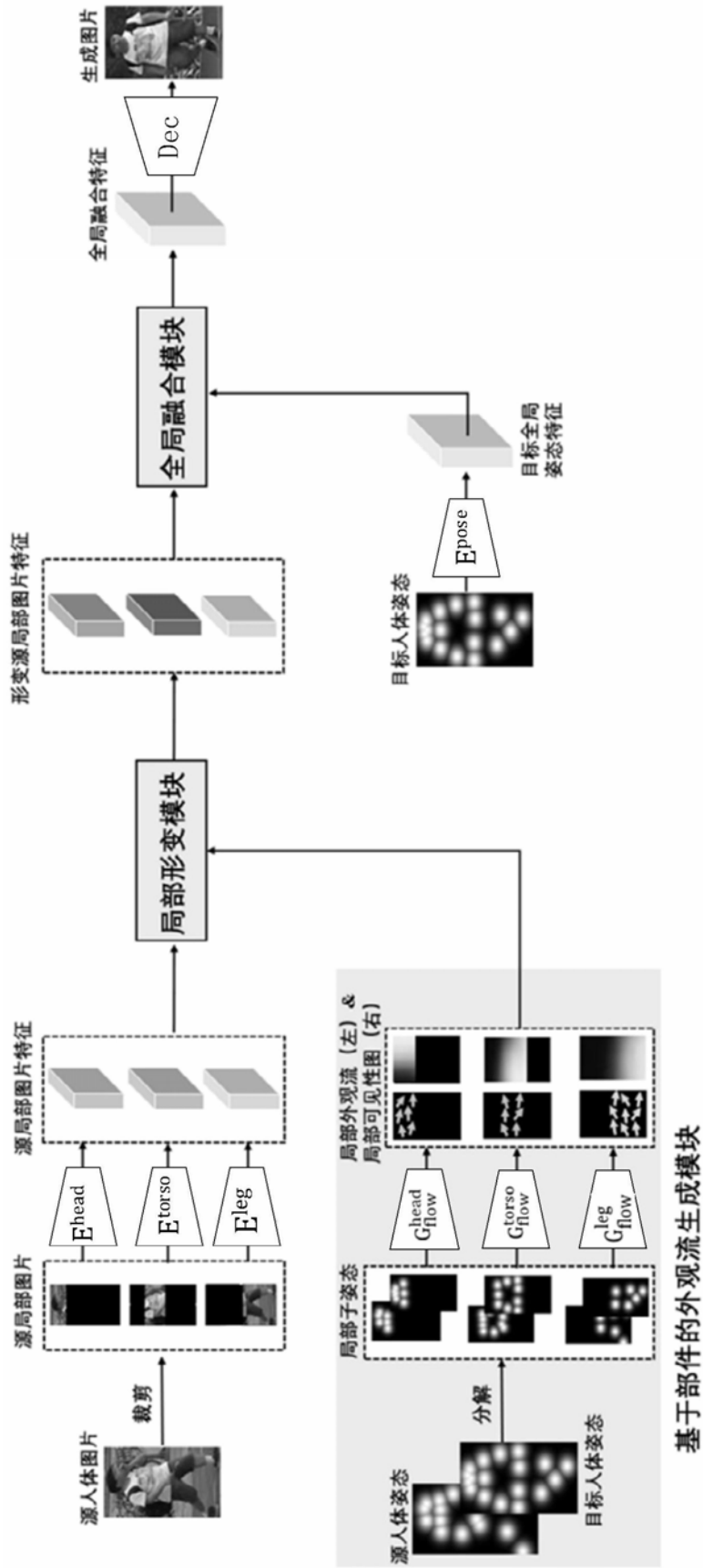


图3

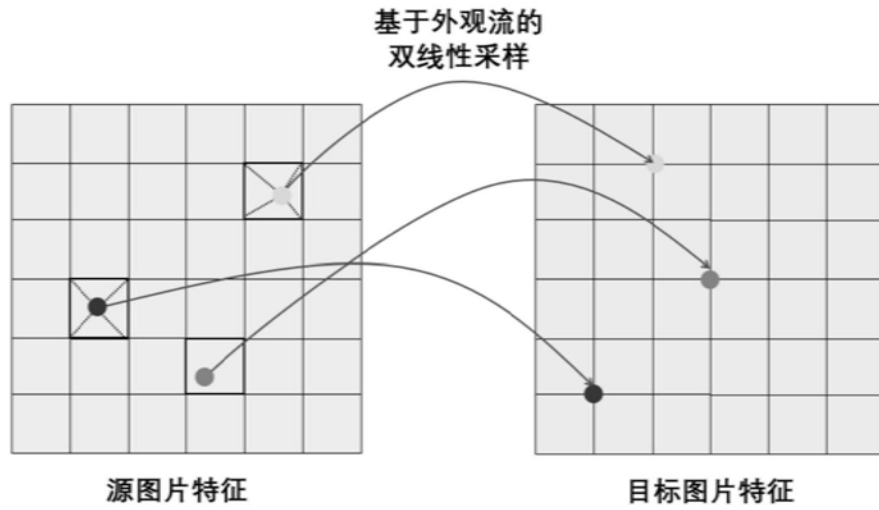


图4

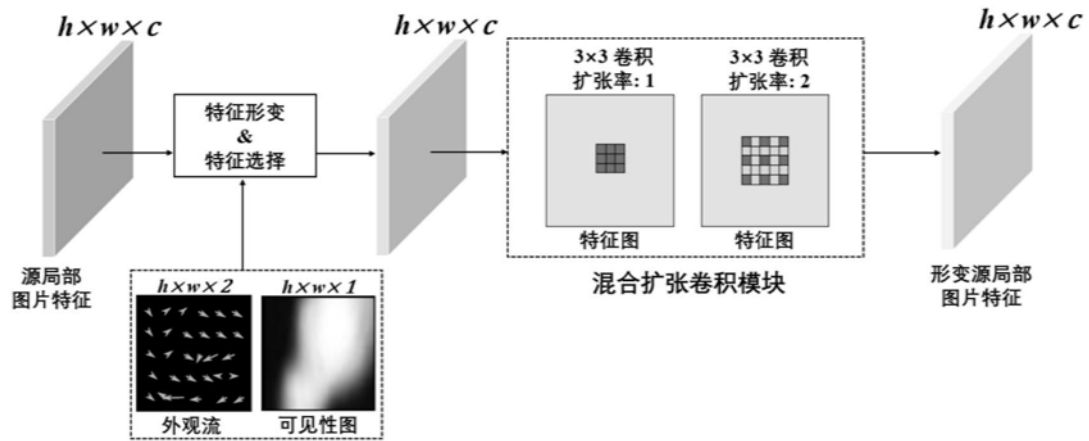


图5

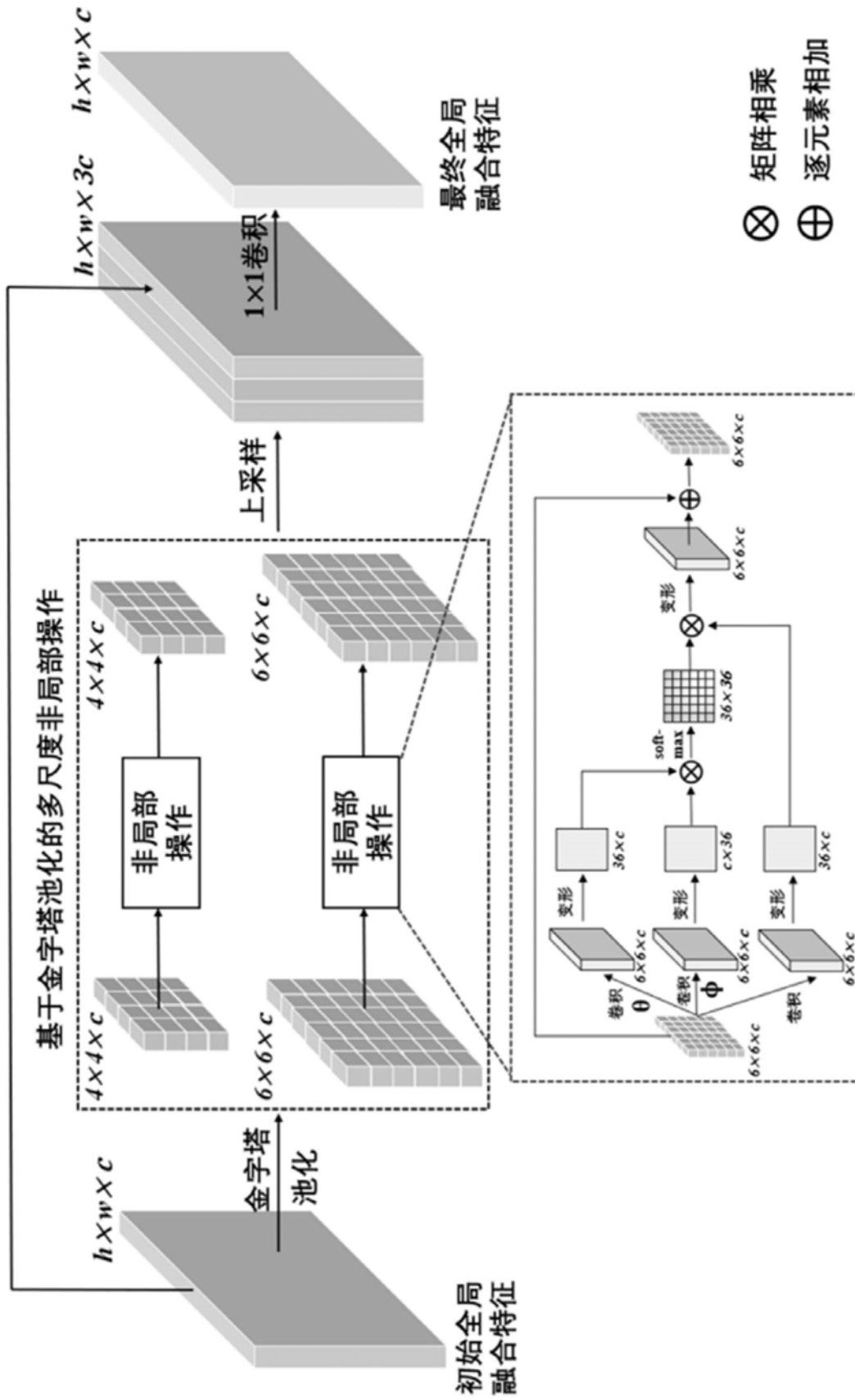


图6

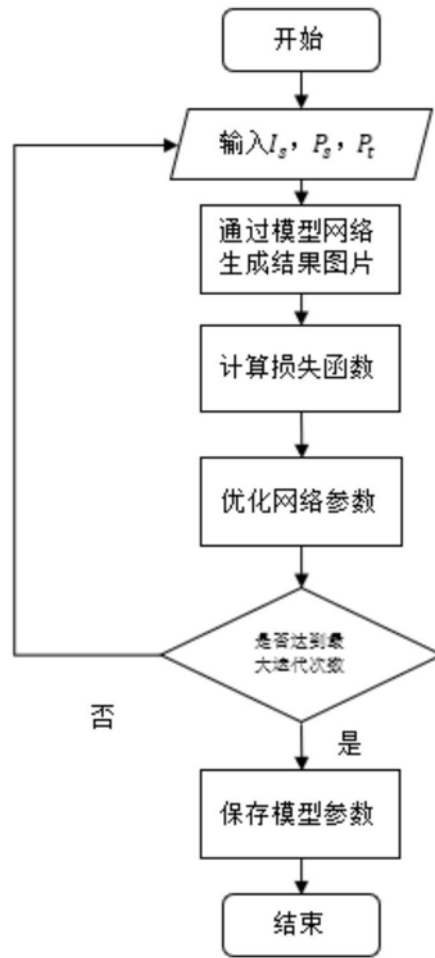


图7

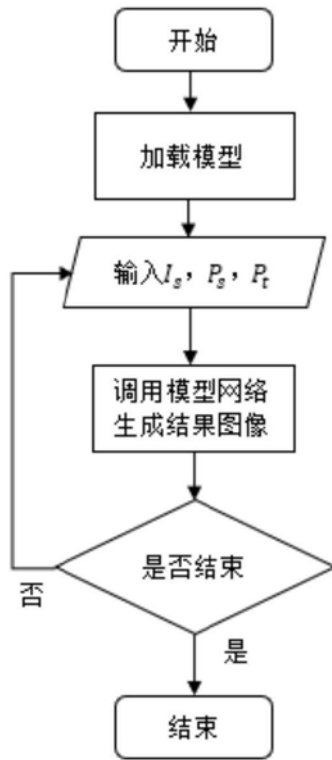


图8

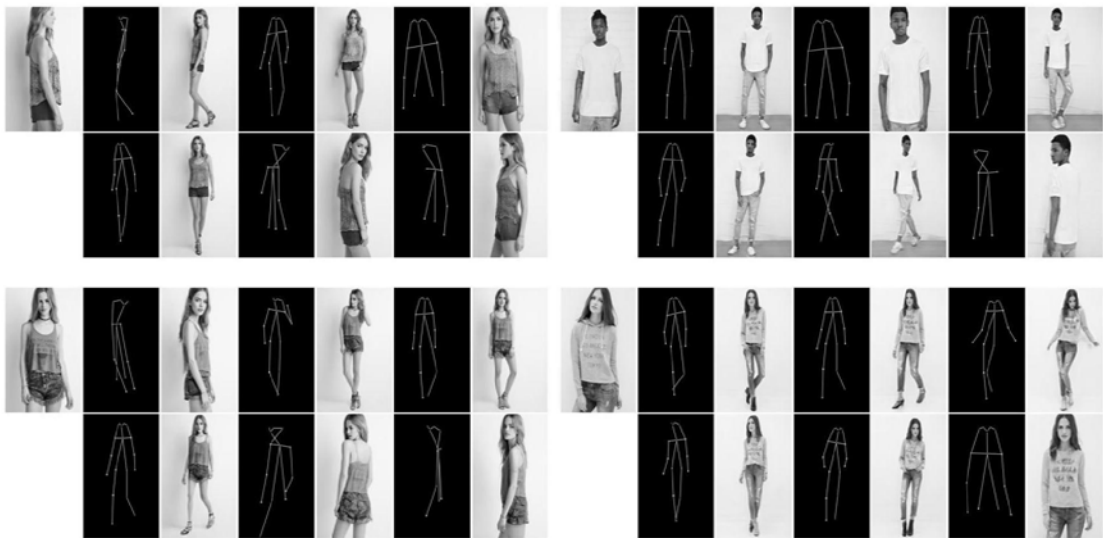


图9



图10

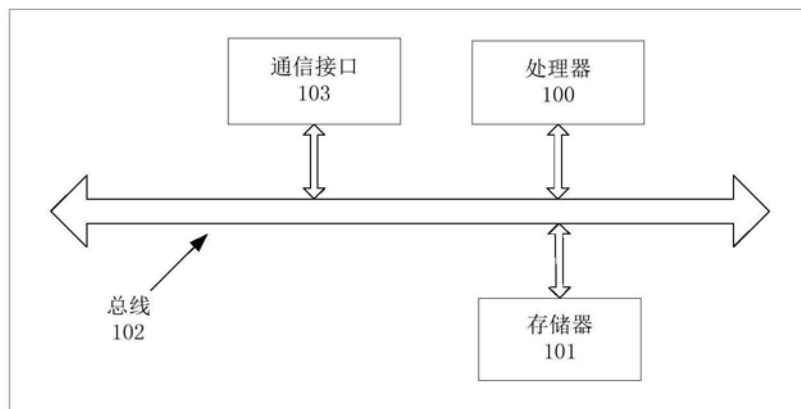


图11