

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 7 月 2 日 (02.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/134436 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 13/40 (2011.01)

TECHNOLOGY OF CHINA) [CN/CN]; 中国安徽省
合肥市包河区金寨路96号, Anhui 230026 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/113041

(22) 国际申请日: 2019 年 10 月 24 日 (24.10.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811636045.2 2018年12月29日 (29.12.2018) CN

(71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 中国科学技术大学 (UNIVERSITY OF SCIENCE AND

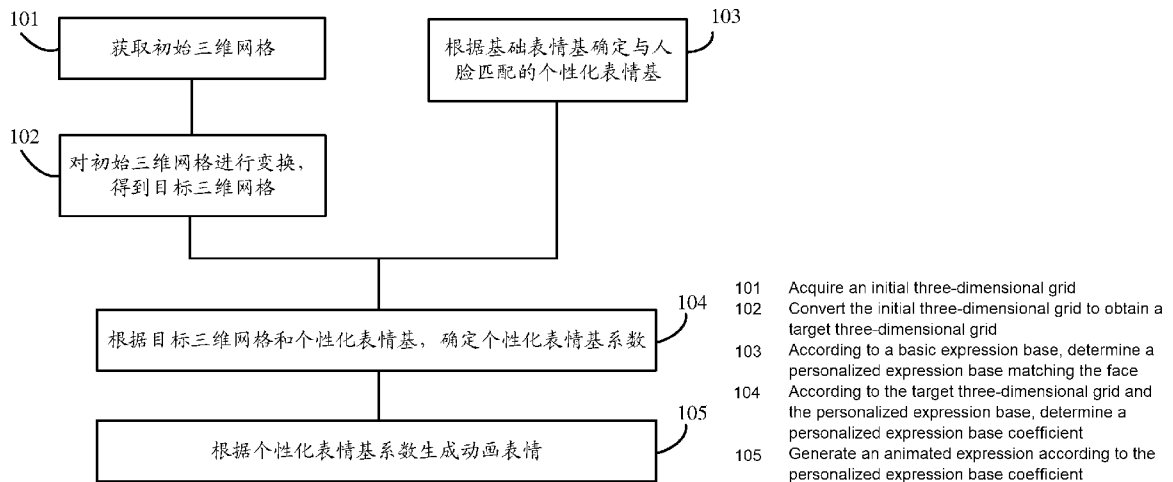
(72) 发明人: 魏源 (WEI, Yuan); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 白蔚 (BAI, Wei); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 吴日辉 (WU, Rihui); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 张举勇 (ZHANG, Juyong); 中国安徽省合肥市包河区金寨路96号, Anhui 230026 (CN)。

(74) 代理人: 北京龙双利达知识产权代理有限公司 (LONGSUN LEAD IP LTD.); 中国北京市海淀区北清路68号院3号楼101, Beijing 100094 (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,

(54) Title: METHOD FOR GENERATING ANIMATED EXPRESSION AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 生成动画表情的方法和电子设备



(57) Abstract: A method for generating an animated expression and an electronic device, the method for generating an animated expression comprising: acquiring an initial three-dimensional grid (101), the vertex of the initial three-dimensional grid being used for showing the expression features of a face; converting the initial three-dimensional grid to obtain a target three-dimensional grid (102), the target three-dimensional grid being identical to the topological structure of a basic expression base; according to the basic expression base, determining a personalized expression base matching the face (103); according to the target three-dimensional grid and the personalized expression base, determining a personalized expression base coefficient (104), wherein the superposition of the personalized expression base coefficient and the personalized expression base is used for showing the expression features of the face; and generating an animated expression according to the personalized expression base coefficient (105). The described method may generate an animated expression having a better display effect.



CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(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: 一种生成动画表情的方法和电子设备, 该生成动画表情的方法包括: 获取初始三维网格 (101), 该初始三维网格中的顶点用于表示人脸的表情特征; 对初始三维网格进行变换, 得到目标三维网格 (102), 该目标三维网格与基础表情基的拓扑结构相同; 根据基础表情基确定与人脸匹配的个性化表情基 (103); 根据目标三维网格和个性化表情基, 确定个性化表情基系数 (104), 其中, 该个性化表情基系数与个性化表情基的叠加用于表示人脸的表情特征; 根据个性化表情基系数生成动画表情 (105)。该方法能够生成显示效果更好的动画表情。

说明书

生成动画表情的方法和电子设备

5 本申请要求于2018年12月29日提交中国专利局、申请号为201811636045.2、申请名称为“生成动画表情的方法和电子设备”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

10 本申请涉及图像处理技术领域，并且更具体地，涉及一种生成动画表情的方法和电子设备。

背景技术

15 电子设备在生成动画表情时一般是先通过摄像头拍摄人脸视频，并提取面部稠密（或者稀疏）特征点的运动信息，然后再将提取的面部稠密（或者稀疏）特征点的运动信息迁移到虚拟人物（或拟人动物）面部，从而得到动画表情。

20 传统方案生成动画表情的具体过程可以如下所示：首先，提取表示人脸表情的特征点或者点云（包含人脸特征的一系列的点）；其次，根据提取到的特征点或者点云将预先存储的多种不同身份特征的表情基组合成与人脸的身份特征相匹配的个性化表情基，最后根据个性化表情基生成动画表情。

但是由于特征点或者点云不能很好的反映人脸的表情特征，因此，传统方案根据点云或者特征点生成的动画表情的显示效果不太理想。

发明内容

25 本申请提供一种生成动画表情的方法和电子设备，能够增强动画表情的表示效果。

30 第一方面，提供了一种生成动画表情的方法，该方法包括：获取初始三维网格；对初始三维网格进行变换，得到目标三维网格；根据基础表情基确定与人脸匹配的个性化表情基；根据目标三维网格和个性化表情基，确定个性化表情基系数，其中，个性化表情基系数与个性化表情基的叠加用于表示人脸的表情特征；根据个性化表情基系数生成动画表情。

其中，上述初始三维网格中的顶点用于表示人脸的表情特征。上述目标三维网格的拓扑结构与基础表情基的拓扑结构相同。

通过对初始三维网格进行变换，能够得到与基础表情基的拓扑结构相同的目标三维网络，实现了拓扑结构的统一，便于后续根据目标三维网格最终得到动画表情。

35 另外，上述与人脸匹配的个性化表情基可以是包含人脸的身份特征的表情基，上述个性化表情基的拓扑结构与基础表情基的拓扑结构相同。

上述个性化表情基可以包含多种表情对应的表情基，例如，上述个性化表情基可以包含人脸常见的一些表情（例如，常见的47种表情）的表情基。

上述动画表情具体可以是一段动画视频对应的一段连续的动画表情，也可以是一帧视频图像对应的静止的动画表情。

例如，当上述初始三维网格包含一帧图像对应的人脸表情时，那么最终生成的动画表情就是一帧图像对应的动画表情。

5 可选地，上述根据个性化表情基系数生成动画表情，包括：根据个性化表情基系数和拟人角色表情基生成动画表情。

上述根据个性化表情基系数和拟人角色表情基生成动画表情，可以是指将个性化表情基系数迁移到拟人角色表情基中，以生成动画表情。

上述拟人角色表情基可以是虚拟人物表情基，也可以是拟人动物表情基。

10 本申请中，由于三维网格包含的顶点信息更加丰富，使得三维网格能够更好地反映人脸的表情特征，另外，通过对三维网格进行变换，能够使得变换后的三维网格与基础表情基的拓扑结构保持一致，从而使得最终根据变换后的三维网格能够生成与人脸的表情特征更加接近的动画表情。

15 具体地，由于生成的动画表情反映的表情特征与人脸表情的表情特征更加接近，能够使得动画表情更加逼真，可以提高动画表情的显示效果。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，上述个性化表情基包含多种表情基，该多种表情基分别对应不同的表情，根据目标三维网格和个性化表情基，确定个性化表情基系数，包括：根据多种表情基中的参考顶点的坐标的线性组合与目标三维网格中的顶点的坐标的差，确定个性化表情基系数。

20 其中，上述多种表情基中的每种表情基的参考顶点是每种表情基中与目标三维网格中的顶点处于相对应位置的点。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，根据多种表情基中的参考顶点的坐标的线性组合与目标三维网格中的顶点的坐标的差，确定个性化表情基系数，包括：确定多个第一差值；根据多个第一差值分别与相应权重值的乘积的和确定个性化表情基系数。

25 其中，上述多个第一差值为目标三维网格中的多个顶点的坐标分别与多种表情基中的相应参考顶点的线性组合的差值。

可选地，根据多个第一差值分别与相应权重值的乘积的和确定个性化表情基系数，包括：在多个第一差值分别与相应权重值的乘积的和取最小值时，将多种表情基中的参考顶点的坐标线性组合时的线性组合系数确定为个性化表情基系数。

30 本申请中，通过将多个第一差值分别与相应权重值的乘积的和取最小值时对应的线性组合系数确定为个性化表情基系数，能够使得个性化表情基系数尽可能真实的反映人脸的表情特征，便于后续生成与人脸的表情特征更加接近的动画表情。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，多个第一差值分别对应多个不同的权重值。

35 可选地，上述多个第一差值分别对应目标三维网格中的多个顶点，其中，位于目标三维网格中的第一预设区域内的顶点对应的第一差值的权重值大于或者等于第一预设权重值，位于目标三维网格中的第一预设区域之外的顶点对应的第一差值的权重小于第一预设权重值。

上述第一预设区域可以是目标网格中的重点区域，该第一预设区域可以是人脸的一些

重要器官所在的区域。例如，上述第一预设区域可以是人眼所在的区域，或者，上述第一预设区域可以是嘴巴所在的区域，或者，上述第一预设区域可以是人眼和嘴巴所在的区域。

上述第一预设区域可以根据仿真或者模拟结果来确定，或者，上述第一预设区域也可以根据经验来直接确定。

5 本申请中，多个第一差值对应不同的权重值，能够在计算个性化表情基系数时充分考虑到各个顶点对应的第一差值的重要程度，便于更准确的求解出个性化表情基系数。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，个性化表情基包含多种表情基，多种表情基分别对应不同的表情，上述根据目标三维网格和个性化表情基，确定个性化表情基系数，包括：确定目标三维网格的顶点距离；确定多种表情基中的每种表情基对应的参考距离，得到多个参考距离；根据多个参考距离的线性组合与顶点距离的差，确定个性化表情基系数。

其中，上述顶点距离为目标三维网格中的两个顶点之间的距离

另外，上述每种表情基对应的参考距离为每种表情基中的两个参考顶点之间的距离，该两个参考顶点是每种表情基中分别与目标三维网格中的两个顶点处于相对应位置的点

15 结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，上述根据多个参考距离的线性组合与顶点距离的差，确定个性化表情基系数，包括：确定多个第二差值；根据多个第二差值分别与相应权重值的乘积的和确定个性化表情基系数。

其中，上述多个第二差值为目标三维网格中的多个顶点距离分别与多种表情基中对应的参考距离的线性组合的差值。

20 可选地，根据多个第二差值分别与相应权重值的乘积的和确定个性化表情基系数，包括：在多个第二差值分别与相应权重值的乘积的和取最小值时，将多个参考距离线性组合时的线性组合系数确定为个性化表情基系数。

本申请中，通过将多个第二差值分别与相应权重值的乘积的和取最小值时对应的线性组合系数确定为个性化表情基系数，能够使得个性化表情基系数尽可能真实的反映人脸的表情特征，便于后续生成与人脸的表情特征更加接近的动画表情。

25 可选地，在本申请中，可以根据单独根据第一差值或者第二差值来求解个性化表情基系数，也可以综合第一差值和第二差值来共同求解个性化表情基系数。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，多个第二差值分别对应多个不同的权重值。

30 可选地，上述多个第二差值分别对应目标三维网格中的多个顶点距离，其中，位于目标三维网格中的第二预设区域内的顶点之间的顶点距离对应的第二差值的权重值大于或者等于第二预设权重值，位于目标三维网格中的第二预设区域之外的顶点之间的顶点距离对应的第二差值的权重小于第二预设权重值。

上述第二预设区域可以是目标网格中的重点区域，该第二预设区域可以是人脸的一些重要器官所在的区域。例如，上述第二预设区域可以是人眼所在的区域，此时，上眼皮与下眼皮对应的顶点之间的顶点距离所对应的第二差值的权重值可以大于第二预设权重值。再如，上述第二预设区域可以是嘴巴所在的区域，此时，上嘴唇和下嘴唇对应的顶点之间的顶点距离对应的第二差值的权重值可以大于第二预设权重值。

上述第二预设区域可以根据实际仿真或者模拟结果来确定，或者，上述第二预设区域

也可以根据经验来确定。

本申请中，多个第二差值对应不同的权重值，能够在计算个性化表情基系数时充分考虑到不同的顶点距离的对应的第二差值的重要程度，便于更准确的求解出个性化表情基系数。

5 结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，对初始三维网格进行变换，得到目标三维网格，包括：确定拓扑参照网格；对拓扑参照网格进行刚性（rigid）变形，得到刚性变形后的拓扑参照网格；对刚性变形后的拓扑参照网格和初始三维网格进行贴合处理，直到刚性变形后的拓扑参照网格与初始三维网格的贴合程度满足预设贴合程度；将刚性变形后的拓扑参照网格中的顶点的坐标替换为初始三维网格中与刚性变形后的网格中的顶点
10 相匹配的顶点的坐标，得到目标三维网格。

其中，上述拓扑参照网格的拓扑结构与基础表情基的拓扑结构相同，该拓扑参照网格可以用于对初始三维网格进行变换；上述刚性变形后的拓扑参照网格的大小与初始三维网格的大小相同；上述过程最终得到的目标三维网格具有拓扑参照网格的拓扑结构和初始三维网格的外形。

15 可选地，对拓扑参照网格进行刚性变形，包括：对拓扑参照网格进行旋转、平移或者缩放。

上述刚性变形后的拓扑参照网格除了大小与初始三维网格的大小相同之外，刚性变形后的拓扑参照网格的朝向还可以与初始三维网格的朝向相同。

另外，刚性变形后的拓扑参照网格与初始三维网格的贴合程度满足预设贴合程度，可
20 以是指初始三维网格中的顶点与刚性变形后的拓扑参照网格中相对应的参考顶点之间的距离小于某个预设距离。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，对刚性变形后的拓扑参照网格和初始三维网格进行贴合处理，直到刚性变形后的拓扑参照网格与初始三维网格的贴合程度满足预设贴合程度，包括：重复执行步骤 A 和步骤 B，直到非刚性（non-rigid）变形后的拓扑
25 参照网格与初始三维网格的贴合程度满足预设贴合程度；

其中，步骤 A 和步骤 B 分别为：

步骤 A：根据径向基函数 RBF 对刚性变形后的拓扑参照网格进行非刚性变形，得到非刚性变化后的拓扑参照网格；

步骤 B：将非刚性变形后的拓扑参照网格与初始三维网格贴合。

30 应理解，非刚性变形可以是指不能采用单一的旋转、平移或者缩放对网格整体统一进行变形，而是通过对网格内部的不同区域分别采用旋转、平移或者缩放等方式进行变形（网格中的不同区域的变形方式不同），在非刚性变形过程中，网格内部的不同区域也可能发生相对运动。

本申请中，通过对上述步骤 A 和步骤 B 的迭代，能够使得非刚性变形后的拓扑参照
35 网格与所述初始三维网格的贴合程度满足贴合要求，使得贴合之后得到的目标三维网格既具有拓扑参照网格的拓扑结构又具有初始三维网格的外形，便于后续生成与人脸的表情特征更加接近的动画表情。

可选地，上述基础表情基由多组不同身份特征的表情基构成，上述根据基础表情基确定与人脸匹配的个性化表情基，包括：根据多组不同身份特征的表情基确定个性化表情基。

在上述基础表情基中，每种身份特征对应一组表情基，每组表情基中包含多个表情的表情基。

可选地，根据多组不同身份特征的表情基确定个性化表情基，包括：根据人脸的身份特征信息，对多组不同身份特征的表情基进行叠加，以得到个性化表情基。

5 本申请中，当基础表情基是由多组不同身份特征的表情基构成时，根据该多组表情基能够更准确地推导出个性化表情基。

可选地，上述基础表情基为平均表情基，上述根据基础表情基确定与人脸匹配的个性化表情基，包括：根据平均表情基确定个性化表情基。

10 其中，上述平均表情基可以是通过通过对多组不同身份特征的表情基进行处理得到的，该平均表情基能够反映一种平均身份特征。

可选地，根据平均表情基确定个性化表情基，包括：根据人脸的身份特征信息，对平均表情基进行变换，以得到个性化表情基。

本申请中，当基础表情基为平均表情基时，能够减少存储基础表情基时的存储开销，节省存储资源。

15 第二方面，提供了一种生成动画表情的方法，该方法包括：获取初始三维网格序列；对初始三维网格序列进行变换，得到目标三维网格序列；根据基础表情基确定与人脸匹配的个性化表情基；根据目标三维网格序列和个性化表情基，生成个性化表情基系数序列；根据个性化表情基系数序列生成动画表情。

20 其中，初始三维网格序列包括多个初始三维网格，该多个初始三维网格分别用于表示人脸在多个不同时刻的表情特征；目标三维网格序列包括多个目标三维网格，该多个目标三维网格与基础表情基的拓扑结构相同；上述与人脸匹配的个性化表情基可以是包含人脸的身份特征的表情基；个性化表情基序列包括多组个性化表情基系数，个性化表情基系数序列中的个性化表情基系数与个性化表情基的叠加用于表示人脸的表情特征。

25 应理解，上述第二方面中的初始三维网格序列可以由上述第一方面中的多个初始三维网格组成；上述第二方面中的目标三维网格序列也可以由上述第一方面中的多个目标三维网格组成；上述第二方面中的个性化表情基序列可以由上述第一方面中的多组个性化表情基序列组成。上述第一方面中对初始三维网格，目标三维网格以及个性化表情基系数的限定和解释同样适用于第二方面中的初始三维网格序列中的初始三维网格序列，目标三维网格序列中的目标三维网格以及个性化表情基序列中的个性化表情基系数。

30 本申请中，由于三维网格包含的顶点信息更加丰富，使得三维网格能够更好地反映人脸的表情特征，另外，通过对三维网格进行变换，能够使得变换后的三维网格与基础表情基的拓扑结构保持一致，从而使得最终根据变换后的三维网格能够生成与人脸的表情特征更加接近的动画表情。

35 具体地，由于生成的动画表情反映的表情特征与人脸表情的表情特征更加接近，能够使得动画表情更加逼真，可以提高动画表情的显示效果。

第三方面，提供了一种电子设备，所述电子设备包括用于执行上述第一方面及第一方面中的任意一种实现方式中的方法的模块。

第四方面，提供了一种电子设备，所述电子设备包括用于执行上述第二方面及第二方面中的任意一种实现方式中的方法的模块。

第五方面，提供了一种电子设备，包括存储器和处理器，所述存储器用于存储程序，所述处理器用于执行所述存储器存储的程序，当所述存储器存储的程序被处理器执行时，所述处理器用于执行上述第一方面及第一方面中的任意一种实现方式中的方法。

5 第六方面，提供了一种电子设备，包括存储器和处理器，所述存储器用于存储程序，所述处理器用于执行所述存储器存储的程序，当所述存储器存储的程序被处理器执行时，所述处理器用于执行上述第二方面及第二方面中的任意一种实现方式中的方法。

可选地，上述存储器为非易失性存储器。

可选地，上述存储器与处理器互相耦合在一起。

10 第七方面，提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读介质存储介质用于存储程序代码，当所述程序代码被计算机执行时，所述计算机用于执行上述第一方面及第一方面中的任意一种实现方式中的方法。

第八方面，提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读介质存储介质用于存储程序代码，当所述程序代码被计算机执行时，所述计算机用于执行上述第二方面及第二方面中的任意一种实现方式中的方法。

15 可选地，上述计算机可读存储介质可以位于电子设备内部，该计算机可读存储介质存储的程序代码可以被电子设备执行。

当该计算机可读存储介质存储的程序代码被电子设备执行时，该电子设备能够执行上述第一方面或者第二方面中任意一种方面的实现方式中的方法。

20 第九方面，提供了一种芯片，所述芯片包括处理器，所述处理器用于执行上述第一方面及第一方面中的任意一种实现方式中的方法。

第十方面，提供了一种芯片，所述芯片包括处理器，所述处理器用于执行上述第二方面及第二方面中的任意一种实现方式中的方法。

可选地，上述芯片安装在电子设备内部。

25 第十一方面，提供了一种用于使得计算机或者电子设备执行上述第一方面及第一方面中的任意一种实现方式中的方法的计算机程序（或称计算机程序产品）。

第十二方面，提供了一种用于使得计算机或者电子设备执行上述第二方面及第二方面中的任意一种实现方式中的方法的计算机程序（或称计算机程序产品）。

可选地，上述计算机程序可以存储在电子设备内，该计算机程序可以被电子设备执行。

30 当电子设备执行上述计算机程序时，该电子设备能够执行上述第一方面或者第二方面中任意一种方面的实现方式中的方法。

可选地，上述电子设备可以是移动终端（例如，智能手机），电脑，个人数字助理，可穿戴设备，车载设备，物联网设备，增强现实（augmented reality, AR）设备和虚拟现实（virtual reality, VR）设备等等。

另外，上述电子设备还可以是其它能够显示视频画面或者显示图片的设备。

35

附图说明

图 1 是本申请实施例的生成动画表情的方法的示意性流程图；

图 2 是初始三维网格和刚性变形后的三维网格的示意图；

图 3 初始三维网格和刚性变形后的三维网格中标注的匹配点的示意图；

图 4 是基础表情基的示意图；

图 5 是本申请实施例的生成动画表情的方法的示意图；

图 6 是目标三维网格中的顶点以及多个表情基中相对应的参考顶点的示意图；

图 7 是目标三维网格中的顶点之间的顶点距离以及多个表情基中相对应的参考顶点之间的参考距离的示意图；

图 8 是本申请实施例的生成动画表情的方法的示意性流程图；

图 9 是本申请实施例的电子设备的示意性框图；

图 10 是本申请实施例的电子设备的示意性框图；

图 11 是本申请实施例的电子设备的示意性框图；

图 12 是本申请实施例的电子设备的示意性框图。

具体实施方式

下面将结合附图，对本申请中的技术方案进行描述。

本申请实施例中的生成动画表情的方法可以由电子设备执行。

上述电子设备可以是移动终端（例如，智能手机），电脑，个人数字助理，可穿戴设备，车载设备，物联网设备，AR 设备和 VR 设备等等。

另外，上述电子设备还可以是其它能够显示视频画面或者显示图片的设备。

上述电子设备可以是运行各种操作系统的设备。例如，上述电子设备可以是运行安卓系统的设备，也可以是运行 IOS 系统的设备，也可以是运行 windows 系统的设备。

图 1 是本申请实施例的生成动画表情的方法的示意性流程图。图 1 所示的方法可以由电子设备来执行，图 1 所示的方法包括步骤 101 至 105，下面对这些步骤进行详细的介绍。

101、获取初始三维网格。

在上述步骤 101 之前，可以通过神经网络从输入视频或图像中提取初始三维网格，该初始三维网格用于表示人脸的表情特征。

上述初始三维网格中可以包含大量的顶点（vertex），这些顶点与人脸的各个位置是相对应的，这些顶点所处的位置以及相互之间的位置关系可以用于表示人脸的特征表情。

102、对初始三维网格进行变换，得到目标三维网格。

上述目标三维网格的拓扑结构与基础表情基的拓扑结构相同。

在步骤 102 中，通过对初始三维网格进行变换，能够得到与基础表情基的拓扑结构相同的目标三维网络，实现了拓扑结构的统一，便于后续根据目标三维网格最终得到动画表情。

上述步骤 102 中对初始三维网格进行变换，得到目标三维网格具体可以包括以下步骤：

201、确定拓扑参照网格；

202、对拓扑参照网格进行刚性变形，得到刚性变形后的拓扑参照网格，该刚性变形后的拓扑参照网格的大小与初始三维网格的大小相同；

203、对刚性变形后的拓扑参照网格和初始三维网格进行贴合处理，直到刚性变形后的拓扑参照网格与初始三维网格的贴合程度满足预设贴合程度；

204、将刚性变形后的拓扑参照网格中的顶点的坐标替换为初始三维网格中与刚性变

形后的网格中的顶点相匹配的顶点的坐标,得到目标三维网格,其中,该目标三维网格具有拓扑参照网格的拓扑结构和初始三维网格的外形。

上述拓扑参照网格可以是与基础表情基或者个性化表基的拓扑结构相同的参照网格,该拓扑参照网格用于对初始三维网格进行变换。

5 上述步骤 202 中对拓扑参照网格进行刚性变形,可以是指对拓扑参照网格进行旋转、平移、缩放等操作,使得拓扑参照网格的大小以及朝向与初始三维网格相同。

例如,如图 2 所示,通过对拓扑参照网格进行刚性变形后得到的刚性变形后的拓扑参照网格的大小和朝向与初始三维网格相同。

在上述步骤 203 中,可以通过人工的方式来选取刚性变形后的拓扑参照网格与初始三
10 维网格的匹配点,然后根据这些匹配点对刚性变形后的拓扑参照网格和初始三维网格进行贴合处理,使得刚性变形后的拓扑参照网格与初始三维网格的相应的匹配点重合,实现初步贴合,接下来,还可以对刚性变形后的拓扑参照网格与初始三维网格继续贴合,以使得刚性变形后的拓扑参照网格与初始三维网格中的点尽可能多的重合。

例如,如图 3 所示,可以通过人工的方式选择初始三维网格中的 4 个顶点(V1, V2, V3, V4),以及刚性变形后的拓扑参照网格中与该 4 个顶点相匹配的 4 个参照顶点(U1, U2, U3, U4)。其中, V1、V2、V3 和 V4 分别是位于初始三维网格中左眼、右眼、上嘴唇和右耳朵的位置的顶点,而 U1、U2、U3 和 U4 也分别是刚性变形后的拓扑参照网格中左眼、右眼、上嘴唇和右耳朵的位置的顶点。在人工标注出图 3 所示的匹配点之后,可以对初始三维网格和刚性变形后的拓扑参照网格进行初次匹配,使得初始三维网格中的 4 个顶点(V1, V2, V3, V4)分别与刚性变形后的拓扑参照网格中的 4 个参照顶点(U1, U2, U3, U4)重合。
15 20

在上述步骤 203 中,刚性变形后的拓扑参照网格与初始三维网格的贴合程度满足预设贴合程度,可以是指初始三维网格中的顶点与刚性变形后的拓扑参照网格中相对应的参考顶点之间的距离小于某个预设距离。

在上述步骤 204 中,进行坐标替换相当于是对刚性变形后的拓扑参照网格进行拉伸,使得刚性变形后的拓扑参照网格中的参照顶点与初始三维网格中相应的顶点完全贴合,拉伸后的网格就是目标三维网格。
25

另外,在上述步骤 203 中对刚性变形后的拓扑参照网格和初始三维网格进行贴合处理时,可以是一边对刚性变形后的拓扑参照网格进行变形,一边将刚性变形后的拓扑参照网格与初始三维网格进行贴合,以使得贴合程度满足预设贴合程度。

30 具体地,上述步骤 203 中的贴合过程具体包括步骤:

步骤 A: 根据径向基函数(radial basis function, RBF)对所述刚性变形后的拓扑参照网格进行非刚性变形,得到非刚性变化后的拓扑参照网格;

步骤 B: 将非刚性变形后的拓扑参照网格与所述初始三维网格贴合;

重复上述步骤 A 和步骤 B,直到非刚性变形后的拓扑参照网格与所述初始三维网格的贴合程度满足预设贴合程度。
35

本申请中,通过对上述步骤 A 和步骤 B 的迭代,能够使得非刚性变形后的拓扑参照网格与所述初始三维网格的贴合程度满足贴合要求,使得贴合之后得到的目标三维网格既具有拓扑参照网格的拓扑结构又具有初始三维网格的外形,便于后续生成与人脸的表情特征更加接近的动画表情。

在上述步骤 A 中对刚性变形后的拓扑参照网格进行非刚性变形时,可以先人工选择刚性变形后的拓扑参照网格与初始三维网格中的几个匹配点,接下来,可以以这几个匹配点为基础继续确定刚性变形后的拓扑参照网格与初始三维网格中的顶点相匹配的顶点。

具体地,可以根据公式(1)确定刚性变形后的拓扑参照网格中与初始三维网格的顶
5 点相匹配的顶点。

$$u_i + S_f(u_i) = v_i \quad (1)$$

其中, u_i 为刚性变形后的拓扑参照网格中的顶点, v_i 为初始三维网格中与 u_i 相匹配的顶点, $S_f(u_i)$ 为径向基函数。

$S_f(u_i)$ 中的系数可以通过已有的匹配点(例如,初始三维网格中的顶点 V1, V2 和 V3
10 以及刚性变形后的拓扑参照网格中相匹配的顶点 U1, U2 和 U3)构建的线性方程来获取。

103、根据基础表情基确定与人脸匹配的个性化表情基。

其中,上述与人脸匹配的个性化表情基可以是包含人脸的身份特征的表情基。另外,上述个性化表情基的拓扑结构与基础表情基的拓扑结构相同,上述基础表情基可以是根据应用场景预先设置好的表情基。

15 上述人脸的身份特征可以是指人脸器官的形状或者特点,例如,人脸的身份特征可以是大眼睛、小眼睛、大嘴巴以及高鼻梁等等。

而人脸的表情特征是指人脸的某些器官的动作情况,例如,人脸的表情特征可以包括眨眼睛,咧嘴,皱眉以及鼓腮等等。

在某些情况下,只看人脸的外形可能无法区分人脸的表情特征和人脸的身份特征,例如,对于大嘴来说,可能无法区分是本身嘴巴比较大还是由于咧嘴表情产生的。因此,在
20 生成人脸对应的动画表情的过程中,一般需要区分开人脸的身份特征和表情特征,

应理解,上述个性化表情基可以包含多种表情基,每种表情基对应一种局部表情。例如,上述个性化表情基可以包含常见的 47 种局部表情(该 47 种表情能够覆盖人脸的眉毛、眼睛、鼻子、嘴、下巴以及面颊等部位的表情)对应的 47 种表情基。

25 上述 47 种局部表情可以包含人脸常见的一些表情,例如,眨眼,张嘴巴,皱眉,抬眉等等。另外,上述表情还可以包括对人脸常见的一些表情进行细分之后得到的表情,例如,上述 47 种局部表情可以包括左眉内侧上移,右眼下眼睑提升以及上嘴唇外翻等表情。

由于个性化表情基是根据基础表情基生成的,因此,个性化表情基的拓扑结构也与基础表情基的拓扑结构相同。因此,本申请中,通过对初始三维网格进行变换,能够得到与
30 基础表情基拓扑结构相同的目标三维网格,便于后续根据具有相同拓扑结构的目标三维网格和个性化表情基生成更准确的个性化表情基系数,能够提高最终生成的动画表情的显示效果。

在步骤 103 中根据基础表情基确定与人脸匹配的个性化表情基时,根据基础表情基的构成情况不同,可以采用不同的表情基来推导得到个性化表情基。

35 第一种情况:基础表情基由多组不同身份特征的表情基构成。

在第一种情况下,每种身份特征对应一组表情基,每组表情基中包含多个表情的表情基。

例如,如图 4 所示,基础表情基由多组不同身份特征的表情基组成,其中,每组身份的表情基包含多个表情基,该多个表情基对应不同的局部表情。

再如，基础表情基可以由常见的 50 种身份特征的表情基构成，其中，每种身份特征对应一组表情基，每种身份特征对应的一组表情基可以包含常见的 47 种表情的表情基。

假设基础表情基由常见的 50 种身份特征的表情基构成，每种身份特征对应的一组表情基包含 47 种表情的表情基，那么，基础表情基一共由 $47 \times 50 = 2350$ 个表情基构成。

5 在第一种情况下，根据基础表情基确定与人脸匹配的个性化表情基，包括：根据多组不同身份特征的表情基确定个性化表情基。

在根据多组不同身份特征的表情基确定个性化表情基还需要用到人脸的身份特征信息，以使得生成的个性化表情基是包含人脸身份特征的表情基。

10 具体地，根据多组不同身份特征的表情基确定个性化表情基，包括：根据人脸的身份特征信息，对多组不同身份特征的表情基进行叠加，以得到个性化表情基。

在第一种情况下，当基础表情基是由多组不同身份特征的表情基构成时，根据该多组表情基能够更准确地推导出个性化表情基。

第二种情况：基础表情基为平均表情基。

15 在第二种情况下，根据基础表情基确定与人脸匹配的个性化表情基，包括：根据平均身份特征的表情基确定个性化表情基。

其中，上述平均表情基可以是通过通过对多组不同身份特征的表情基进行处理得到的，该平均表情基能够反映一种平均身份特征。例如，上述平均表情基可以对上述第一种情况中的 50 种身份特征对应的 50 组表情基进行叠加得到的。

20 在根据平均表情基确定个性化表情基还需要用到人脸的身份特征信息，以使得生成的个性化表情基是包含人脸身份特征的表情基。

具体地，根据平均表情基确定个性化表情基，包括：根据人脸的身份特征信息，对平均表情基进行变换，以得到个性化表情基。

在第二种情况下，当基础表情基为平均表情基时，能够减少存储基础表情基时的存储开销，节省存储资源。

25 另外，上述基础表情基还可以由任意一种身份特征对应的一组表情基构成。例如，可以选择第一种情况中 50 种身份特征中的任意一种身份特征对应的一组表情基作为基础表情基，或者，也可以选择图 4 中的任意一列表情基（图 4 中的每一列表情基对应一种身份特征）作为基础表情基。在这种情况下，也能够减少存储基础表情基时的存储开销，节省存储资源。

30 104、根据目标三维网格和个性化表情基，确定个性化表情基系数。

其中，个性化表情基系数与个性化表情基的叠加用于表示人脸的表情特征。在这里，个性化表情基系数与个性化表情基的叠加可以是个性化表情基系数与个性化表情基的线性组合或者非线性组合。

35 在步骤 104 中，目标三维网格是初始三维网格变换得到的，该目标三维网格能够表示人脸的表情特征，而个性化表情基与个性化表情基系数的叠加也能够表示人脸的表情特征，因此，在步骤 104 中，可以根据目标三维网格和个性化表情基参数来反推个性化表情基系数。

105、根据个性化表情基系数生成动画表情。

本申请中，由于三维网格包含的顶点信息更加丰富，使得三维网格能够更好地反映人

脸的表情特征，另外，通过对三维网格进行变换，能够使得变换后的三维网格与基础表情基的拓扑结构保持一致，从而使得最终根据变换后的三维网格能够生成与人脸的表情特征更加接近的动画表情。

具体地，由于生成的动画表情反映的表情特征与人脸表情的表情特征更加接近，能够使得动画表情更加逼真，可以提高动画表情的显示效果。

具体地，在步骤 105 中，可以根据个性化表情基系数和拟人角色表情基来生成动画表情。这里的拟人角色表情基具体可以是虚拟人物表情基或者拟人动物表情基。

上述拟人角色表情基包含的局部表情的种类与个性化表情基包含的表情的种类相同，并且，拟人角色表情基中的各个表情的表情语义分别与个性化表情基中包含的各个表情的语义相同。

例如，个性化表情基对应的局部表情如表 1 的第一列所示，拟人角色表情基对应的局部表情如表 1 的第二列所示。如表 1 所示，个性化表情基对应的局部表情中包含眨眼、张嘴巴、抬眉、左眉内侧上移和右眼下眼睑提升等表情时，拟人角色表情基也对应相同的局部表情。

表 1

个性化表情基对应的局部表情	拟人角色表情基对应的局部表情
眨眼	眨眼
张嘴巴	张嘴巴
抬眉	抬眉
左眉内侧上移	左眉内侧上移
右眼下眼睑提升	右眼下眼睑提升
...	...

在根据个性化表情基系数和拟人角色表情基来生成动画表情时，相当于是采用一系列的系数对拟人角色表情基对应的多种局部表情进行叠加，最终得到与人脸的表情特征更加接近的动画表情。

为了更形象的理解本申请实施例的生成动画表情的方法的整个过程，下面结合图 5 对本申请实施例的生成动画表情的方法的流程进行介绍。

图 5 是本申请实施例的生成动画表情的方法的示意图。

如图 5 所示，可以通过对初始三维网格进行变形得到目标三维网格，通过基础表情基获得个性化表情基，其中，在根据基础表情基确定与人脸匹配的个性化表情基的时候还可以参照初始三维网格或者目标三维网格，以使得个性化表情基包含人脸的身份特征。在获取到目标三维网格和个性化表情基之后，就可以根据目标三维网格和个性化表情基确定个性化表情基系数，进而再集合个性化表情基系数和拟人角色表情基来得到动画表情。

应理解，图 5 所示的各个过程已在上文图 1 所示的方法中进行了详细的介绍，为了避免不必要的重复，这里不再详细描述。

可选地，上述步骤 104 中根据目标三维网格和个性化表情基，确定个性化表情基系数的具体实现方式有多种，下面分别对这些的具体实现方式进行详细的介绍。

第一种方式：根据多种表情基中的参考顶点的坐标与目标三维网格中的顶点的坐标，确定个性化表情基系数。

具体地,根据多种表情基中的参考顶点的坐标的线性组合与目标三维网格中的顶点的坐标的差,确定个性化表情系数。

具体地,在第一种方式下,个性化表情基包含多种表情基,该多种表情基分别对应不同的表情,该多种表情基中的每种表情基的参考顶点是每种表情基中与所述目标三维网格中的顶点处于相对应位置的点。

例如,如图6所示,目标三维网格中存在顶点A,表情基1、表情基2和表情基3分别包括参考顶点A1、A2和A3,参考顶点A1、A2和A3分别是表情基1、表情基2和表情基3中与目标三维网格中的顶点A处于相对应位置的点。那么,这三种表情基中的参考顶点的坐标的线性组合与目标三维网格中的顶点的坐标的差可以用算式(2)来表示。

$$P(A)-[x*P(A1)+y*P(A2)+z*P(A3)] \quad (2)$$

其中,P(A)表示顶点A的坐标值,P(A1)、P(A2)和P(A3)分别表示参考顶点A1、A2和A3的坐标值,(x,y,z)为线性组合系数。

应理解,图6中仅仅是以3个表情基为例进行举例,本申请并不限定表情基的具体数目。

在第一种方式下,根据多种表情基中的参考顶点的坐标的线性组合与目标三维网格中的顶点的坐标的差,确定个性化表情系数,具体包括:确定多个第一差值;根据多个第一差值分别与相应权重值的乘积的和确定个性化表情系数。

其中,上述多个第一差值为目标三维网格中的多个顶点的坐标分别与多种表情基中的相应参考顶点的线性组合的差值。

可选地,根据多个第一差值分别与相应权重值的乘积的和确定个性化表情系数,包括:在多个第一差值分别与相应权重值的乘积的和取最小值时,将多种表情基中的参考顶点的坐标线性组合时的线性组合系数确定为个性化表情系数。

应理解,可以通过上述算式(2)得到多个第一差值,其中,每个第一差值分别为目标三维网格中的不同顶点的坐标与多种表情基中的相应参考点的线性组合的差值。

例如,如图6所示,目标三维网格中还包括顶点B和顶点C,表情基1中包括参考顶点B1和C1,表情基2中包括参考顶点B2和C2,表情基3中包括参考顶点B3和C3,其中,参考顶点B1、B2和B3分别是表情基1、表情基2和表情基3中与目标三维网格中的顶点B处于相对应位置的点,参考顶点C1、C2和C3分别是表情基1、表情基2和表情基3中与目标三维网格中的顶点C处于相对应位置的点。那么,可以根据图6得到3个第一差值,该三个第一差值分别如算式(2)至算式(4)所示。

$$P(A)-[x*P(A1)+y*P(A2)+z*P(A3)] \quad (2)$$

$$P(B)-[x*P(B1)+y*P(B2)+z*P(B3)] \quad (3)$$

$$P(C)-[x*P(C1)+y*P(C2)+z*P(C3)] \quad (4)$$

在获取到上述算式(2)至算式(4)之后,可以求上述算式(2)、算式(3)和算式(4)的和,将该3个算式的和最小时对应的系数(x,y,z)的取值确定为个性化表情系数。

本申请中,通过将多个第一差值分别与相应权重值的乘积的和取最小值时对应的线性组合系数确定为个性化表情系数,能够使得个性化表情系数尽可能真实的反映人脸的表情特征,便于后续生成与人脸的表情特征更加接近的动画表情。

第二种方式: 根据多种表情基中的参考距离的线性组合与目标三维网格中的顶点距离的差, 确定个性化表情基系数。

在第二种方式下, 个性化表情基包含多种表情基, 该多种表情基分别对应不同的表情, 上述根据目标三维网格和个性化表情基, 确定个性化表情基系数, 具体包括:

5 确定目标三维网格的顶点距离; 确定多种表情基中的每种表情基对应的参考距离, 得到多个参考距离;

根据多个参考距离的线性组合与顶点距离的差, 确定个性化表情基系数。

10 其中, 上述顶点距离为目标三维网格中的两个顶点之间的距离, 上述每种表情基对应的参考距离为每种表情基中的两个参考顶点之间的距离, 该两个参考顶点是每种表情基中分别与目标三维网格中的两个顶点处于相对应位置的点。

例如, 如图 7 所示, 目标三维网格中包括顶点 M 和顶点 N, 顶点 M 和顶点 N 之间的距离为 D, 表情基 1 中包括顶点 M1 和 N1, M1 和 N1 分别是表情基 1 中与顶点 M 和顶点 N 处于相对应位置的点, 顶点 M1 和顶点 N1 之间的距离为 D1; 表情基 2 中包括顶点 M2 和 N2, M2 和 N2 分别是表情基 2 中与顶点 M 和顶点 N 处于相对应位置的点, 顶点 M2 和顶点 N2 之间的距离为 D2; 表情基 3 中包括顶点 M3 和 N3, M3 和 N3 分别是表情基 3 中与顶点 M 和顶点 N 处于相对应位置的点, 顶点 M3 和顶点 N3 之间的距离为 D3。其中, D 为目标三维网格中的顶点距离, D1 为表情基 1 中的参考距离, D2 为表情基 2 中的参考距离, D3 为表情基 3 中的参考距离。

20 以图 7 为例, 三种表情基的参考距离的线性组合与顶点距离的差可以如算式 (5) 所示。

$$d(M, N) - [u * d(M1, N1) + v * d(M2, N2) + w * d(M3, N3)] \quad (5)$$

应理解, 图 7 中仅仅是以 3 个表情基为例进行举例, 本申请并不限定表情基的具体数目。

25 在第二种方式下, 根据多个参考距离的线性组合与顶点距离的差, 确定个性化表情基系数, 具体包括: 确定多个第二差值; 根据多个第二差值分别与相应权重值的乘积的和确定个性化表情基系数。

其中, 上述多个第二差值为目标三维网格中的多个顶点距离分别与多种表情基中对应的参考距离的线性组合的差值。

30 可选地, 根据多个第二差值分别与相应权重值的乘积的和确定个性化表情基系数, 包括: 在多个第二差值分别与相应权重值的乘积的和取最小值时, 将多个参考距离线性组合时的线性组合系数确定为个性化表情基系数。

应理解, 可以通过上述算式 (5) 得到多个第二差值, 其中, 每个第二差值分别为目标三维网格中的不同顶点距离与多种表情基中的相应的参考距离的线性组合的差值。

35 例如, 如图 7 所示, 目标三维网格包含的顶点和顶点之间的顶点距离, 以及表情基 1、表情基 2 和表情基 3 包含的参考顶点以及参考顶点距离如下:

目标三维网格中还包括顶点 M、N、R 和 S, 其中, 顶点 M 和 N 之间的顶点距离为 $d(M, N)$, 顶点 R 和 S 之间的顶点距离为 $d(R, S)$;

表情基 1 中包括参考顶点 M1、N1、R1 和 S1, 这些参考顶点分别是与顶点 M、N、R 和 S 处于相对应位置的点, 顶点 M1 和 N1 之间的顶点距离为 $d(M1, N1)$, 顶点 R1 和 S1

之间的顶点距离为 $d(R1, S1)$;

表情基 2 中包括参考顶点 M2、N2、R2 和 S2, 这些参考顶点分别是与顶点 M、N、R 和 S 处于相对应位置的点, 顶点 M2 和 N2 之间的顶点距离为 $d(M2, N2)$, 顶点 R2 和 S2 之间的顶点距离为 $d(R2, S2)$;

- 5 表情基 3 中包括参考顶点 M3、N3、R3 和 S3, 这些参考顶点分别是与顶点 M、N、R 和 S 处于相对应位置的点, 顶点 M3 和 N3 之间的顶点距离为 $d(M3, N3)$, 顶点 R3 和 S3 之间的顶点距离为 $d(R3, S3)$ 。

那么, 可以根据图 7 得到 3 个第二差值, 该 3 个第二差值分别如算式 (5) 至算式 (7) 所示。

$$10 \quad d(M, N) - [u * d(M1, N1) + v * d(M2, N2) + w * d(M3, N3)] \quad (5)$$

$$d(E, F) - [u * d(E1, F1) + v * d(E2, F2) + w * d(E3, F3)] \quad (6)$$

$$d(R, S) - [u * d(R1, S1) + v * d(R2, S2) + w * d(R3, S3)] \quad (7)$$

在获取到上述算式 (5) 至算式 (7) 之后, 可以求上述算式 (5)、算式 (6) 和算式 (7) 的和, 将该 3 个算式的和最小时对应的系数 (u, v, w) 的取值确定为个性化表情基系数。

本申请中, 通过将多个第二差值分别与相应权重值的乘积的和取最小值时对应的线性组合系数确定为个性化表情基系数, 能够使得个性化表情基系数尽可能真实的反映人脸的表情特征, 便于后续生成与人脸的表情特征更加接近的动画表情。

- 20 上述第一种方式和第二种方式是分别依据第一差值和第二差值来确定个性化表情基系数。实际上也可以综合第一差值和第二差值来共同确定表情基系数, 下面对这种方式 (第三种方式) 进行详细的介绍。

第三种方式: 根据多种表情基中的参考顶点的坐标的线性组合与目标三维网格中的顶点的坐标的差, 以及多种表情基中的参考距离的线性组合与目标三维网格中的顶点距离的差综合确定个性化表情基系数。

- 25 第三种方式相当于上述第一方式与第二方式的结合, 在第三种方式中, 根据目标三维网格和个性化表情基, 确定个性化表情基系数, 包括:

确定多个第一差值;

确定多个第一差值分别与相应权重值的乘积的和, 得到第一取值;

确定多个第二差值;

- 30 确定多个第二差值分别与相应权重值的乘积的和, 得到第二取值;

根据第一取值与第二取值的总和确定个性化表情基系数。

在根据第一取值与第二取值的总和确定个性化表情基系数时, 可以将第一取值和第二取值的和最小时对应的线性组合系数确定为个性化表情基系数。

- 35 例如, 以图 6 和图 7 为例, 可以得到 3 个第一差值和 3 个第二差值, 其中, 3 个第一差值可以用算式 (8) 至算式 (10) 来表示, 3 个第二差值可以用算式 (11) 至算式 (13) 来表示。

$$P(A) - [x * P(A1) + y * P(A2) + z * P(A3)] \quad (8)$$

$$P(B) - [x * P(B1) + y * P(B2) + z * P(B3)] \quad (9)$$

$$P(C) - [x * P(C1) + y * P(C2) + z * P(C3)] \quad (10)$$

$$d(M, N) - [x * d(M1, N1) + y * d(M2, N2) + z * d(M3, N3)] \quad (11)$$

$$d(E, F) - [x * d(E1, F1) + y * d(E2, F2) + z * d(E3, F3)] \quad (12)$$

$$d(R, S) - [x * d(R1, S1) + y * d(R2, S2) + z * d(R3, S3)] \quad (13)$$

5 在求解个性化表情基系数时, 可以将算式(8)至算式(13)的和取最小值时对应的系数(x, y, z)的取值确定为个性化表情基系数。

在第三种方式中, 通过两种差值来来综合确定个性化表情基参数, 能够更准确地确定个性化表情基系数。

可选地, 还可以采用第四种方式来确定个性化表情基系数。

第四种方式: 根据公式(14)来确定个性化表情基系数。

$$10 \quad E = E_{point} + E_{edge} + E_{lasso} \quad (14)$$

在上述公式(14)中, E_{point} 表示多种表情基中的参考顶点的坐标的线性组合与目标三维网格中的顶点的坐标的差的和的平方, E_{edge} 表示多种表情基中的参考距离的线性组合与目标三维网格中的顶点距离的差的和的平方, E_{lasso} 是一个约束函数, 用于使得最终求得的线性化表情基系数稀疏化(用尽量少的局部表情来表示人脸表情)。 E_{point} 、 E_{edge} 和 E_{lasso}

15 可以通过公式(15)至(17)获得。

$$E_{point} = \min \sum_i^N \left\| w_i \left(\sum_b^B x^b q_i^b - p_i \right) \right\|^2 \quad (15)$$

$$E_{edge} = \min \sum_{ij}^K \left\| w_{ij} \left(\sum_b^B x^b l_{ij}^b - e_{ij} \right) \right\|^2 \quad (16)$$

$$E_{lasso} = \min \sum_b^B \|x^b\|^1 \quad (17)$$

20 在上述公式(15)中, B表示表情基的数目, b表示第b个表情基, N表示目标三维网格中的顶点的数目(每个表情基中的顶点的数目也是N), i表示第i个顶点, q_i^b 表示第b个表情基中第i个顶点的三维坐标, x^b 表示 q_i^b 的组合系数, p_i 表示目标三维网格中的第i个顶点的三维坐标, w_i 为 $q_i^b x^b - p_i$ 的权重值;

25 在上述公式(16)中, B表示表情基的数目, b表示第b个表情基, i和j分别表示第i个顶点和第j个顶点, K表示边的数目, l_{ij}^b 表示第b个表情基中的第i个顶点和第j个顶点之间的距离, e_{ij} 表示目标三维网格中的第i个顶点和第j个顶点之间的距离, x^b 表示 l_{ij}^b 的组合系数, w_{ij} 为 $l_{ij}^b x^b - e_{ij}$ 的权重值;

在上述公式(17)中, x^b 表示 q_i^b 的组合系数, $\sum_b^B \|x^b\|^1$ 表示所有的表情基系数的绝对值的和。

30 在根据上述公式(14)确定个性化表情基系数时, 可以将E的数值最小时对应的线性组合系数确定为个性化表情基系数。

另外, 本申请中, 通过采用 E_{lasso} 对个性化表情基系数进行约束, 能够使得最终获取得到的个性化表情基系数比较稀疏(个性化表情基系数中存在较多的0), 使得最终利用较少表情的表情基就能够表达出动画表情。

35 上文结合图1至图7对本申请实施例的生成动画表情的方法进行了详细介绍。实际上, 在图1所示的方法中还可以获取多个初始三维网格, 以得到初始三维网格序列, 然后

再根据该初始三维网格序列最终生成动画表情，下面结合图 8 对根据初始三维网格序列最终生成动画表情的过程进行介绍。

图 8 是本申请实施例的生成动画的方法的示意性流程图。图 8 所示的方法可以由电子设备来执行，图 8 所示的方法包括步骤 301 至 305，下面对这些步骤进行介绍。

5 301、获取初始三维网格序列。

上述步骤 301 中的初始三维网格序列包括多个初始三维网格，该多个初始三维网格分别用于表示人脸在多个不同时刻的表情特征。

上述初始三维网格序列中的初始三维网格与步骤 101 中获得的初始三维网格相同，上文中对初始三维网格的限定和解释同样适用于步骤 301 中的初始三维网格序列中的初始三维网格，为避免重复，这里不再详细描述。

10 302、对初始三维网格序列进行变换，得到目标三维网格序列。

其中，上述目标三维网格序列包括多个目标三维网格，多个目标三维网格与基础表情基的拓扑结构相同。

在步骤 302 中，可以通过对初始三维网格序列中的每个初始三维网格分别进行变换，以得到多个目标三维网格，进而得到目标三维网格序列，其中，对每个初始三维网格进行变换得到目标三维网格的过程可以参照上文步骤 102 的相关内容，为避免不必要的重复，这里不再详细描述。

15 303、根据基础表情基确定与人脸匹配的个性化表情基。

其中，上述与人脸匹配的个性化表情基可以是包含人脸的身份特征的表情基。

20 在步骤 303 中，可以参照上文步骤 103 中的具体实现方式来获取个性化表情基，这里不再详细描述。

25 304、根据目标三维网格序列和个性化表情基，确定个性化表情基系数序列。

其中，个性化表情基序列包括多组个性化表情基系数，个性化表情基系数序列中的个性化表情基系数与个性化表情基的叠加用于表示人脸的表情特征；

上述步骤 304 中，可以根据目标三维网格序列中的每个目标三维网格和个性化表情基，生成每个目标三维网格对应的个性化表情基系数，进而得到多个个性化表情基系数组成的个性化表情基系数序列。

其中，在根据每个目标三维网格和个性化表情基生成个性化表情基系数时，可以采用步骤 104 中的具体方式来获取个性化表情基系数。

30 305、根据个性化表情基系数序列生成动画表情。

步骤 305 中生成的动画表情可以是一段连续的动画表情。其中，个性化表情基系数序列中的每个个性化表情基系数生成动画表情过程可以参照上文步骤 105 的相关内容，这里不再详细描述。

35 在步骤 305 中，可以根据个性化表情基系数序列和拟人角色表情基来生成动画表情。这里的拟人角色表情基具体可以是虚拟人物表情基或者拟人动物表情基。

上文中对拟人角色表情基的限定和解释同样适用于步骤 305 中涉及的拟人角色表情基。

在根据个性化表情基系数序列和拟人角色表情基来生成动画表情时，可以先根据每个个性化表情基系数和拟人角色表情基生成动画画面，从而得到多个动画画面，接下来把

这些动画画面拼接起来就能得到最终的动画表情。

本申请中，由于三维网格包含的顶点信息更加丰富，使得三维网格能够更好地反映人脸的表情特征，另外，通过对三维网格进行变换，能够使得变换后的三维网格与基础表情基的拓扑结构保持一致，从而使得最终根据变换后的三维网格能够生成与人脸的表情特征更加接近的动画表情。

具体地，由于生成的动画表情反映的表情特征与人脸表情的表情特征更加接近，能够使得动画表情更加逼真，可以提高动画表情的显示效果。

图 9 是本申请实施例的电子设备的示意性框图。图 9 所示的电子设备 1000，可以执行图 1 所示的生成动画表情的方法中的各个步骤，包括：

获取模块 1001，用于获取初始三维网格，所述初始三维网格中的顶点用于表示人脸的表情特征；

变换模块 1002，用于对所述初始三维网格进行变换，得到目标三维网格，所述目标三维网格与基础表情基的拓扑结构相同；

处理模块 1003，所述处理模块 1003 用于：

根据所述基础表情基确定与所述人脸匹配的个性化表情基，其中，所述个性化表情基是包含所述人脸的身份特征的表情基；

根据所述目标三维网格和所述个性化表情基，确定个性化表情基系数，其中，所述个性化表情基系数与所述个性化表情基的叠加用于表示所述人脸的表情特征；

根据所述个性化表情基系数生成动画表情。

本申请中，由于三维网格包含的顶点信息更加丰富，使得三维网格能够更好地反映人脸的表情特征，另外，通过对三维网格进行变换，能够使得变换后的三维网格与基础表情基的拓扑结构保持一致，从而使得最终根据变换后的三维网格能够生成与人脸的表情特征更加接近的动画表情。

可选地，作为一个实施例，所述个性化表情基包含多种表情基，所述多种表情基分别对应不同的表情，所述处理模块 1003 用于：根据所述多种表情基中的每种表情基的参考顶点的坐标和所述目标三维网格中的顶点的坐标，确定所述个性化表情基系数，其中，所述多种表情基中的每种表情基的参考顶点是所述每种表情基中与所述目标三维网格中的顶点处于相对应位置的点。

可选地，作为一个实施例，所述处理模块 1003 用于：

确定多个第一差值，所述多个第一差值为所述目标三维网格中的多个顶点的坐标分别与所述多种表情基中的相应参考顶点的线性组合的差值；

根据所述多个第一差值分别与相应权重值的乘积的和确定所述个性化表情基系数。

可选地，作为一个实施例，所述多个第一差值分别对应多个不同的权重值。

可选地，作为一个实施例，所述个性化表情基包含多种表情基，所述多种表情基分别对应不同的表情，所述处理模块用于：

确定所述目标三维网格的顶点距离，所述顶点距离为所述目标三维网格中的两个顶点之间的距离；

确定所述多种表情基中的每种表情基对应的参考距离，得到多个参考距离，其中，所述每种表情基对应的参考距离为所述每种表情基中的两个参考顶点之间的距离，所述两个

参考顶点是所述每种表情基中分别与所述目标三维网格中的两个顶点处于相对应位置的点；

根据所述多个参考距离的线性组合与所述顶点距离的差，确定所述个性化表情基系数。

5 可选地，作为一个实施例，所述处理模块 1003 用于：

确定多个第二差值，所述多个第二差值为所述目标三维网格中的多个顶点距离分别与所述多种表情基中对应的参考距离的线性组合的差值；

根据所述多个第二差值分别与相应权重值的乘积的和确定所述个性化表情基系数。

可选地，作为一个实施例，所述多个第二差值分别对应多个不同的权重值。

10 可选地，作为一个实施例，所述变换模块 1002 用于：

确定拓扑参照网格，所述拓扑参照网格与所述基础表情基的拓扑结构相同；

对所述拓扑参照网格进行刚性变形，得到刚性变形后的拓扑参照网格，所述刚性变形后的拓扑参照网格的大小与所述初始三维网格的大小相同；

15 对所述刚性变形后的拓扑参照网格和所述初始三维网格进行贴合处理，直到所述刚性变形后的拓扑参照网格与所述初始三维网格的贴合程度满足预设贴合程度；

将所述刚性变形后的拓扑参照网格中的顶点的坐标替换为所述初始三维网格中与所述刚性变形后的网格中的顶点相匹配的顶点的坐标，得到所述目标三维网格，其中，所述目标三维网格具有所述拓扑参照网格的拓扑结构和所述初始三维网格的外形。

20 可选地，作为一个实施例，所述变换模块 1002 用于重复执行步骤 A 和步骤 B，直到所述非刚性变形后的拓扑参照网格与所述初始三维网格的贴合程度满足预设贴合程度；

其中，所述步骤 A 和步骤 B 分别为：

步骤 A：根据 RBF 对所述刚性变形后的拓扑参照网格进行非刚性变形，得到非刚性变化后的拓扑参照网格；

步骤 B：将所述非刚性变形后的拓扑参照网格与所述初始三维网格贴合。

25 图 10 是本申请实施例的电子设备的示意性框图。图 10 所示的电子设备 2000，可以执行图 8 所示的生成动画表情的方法中的各个步骤，包括：

获取模块 2001，用于获取初始三维网格序列，所述初始三维网格序列包括多个初始三维网格，所述多个初始三维网格分别用于表示人脸在多个不同时刻的表情特征；

30 变换模块 2002，用于对所述初始三维网格序列进行变换，得到目标三维网格序列，所述目标三维网格序列包括多个目标三维网格，所述多个目标三维网格与基础表情基的拓扑结构相同；

处理模块 2003，所述处理模块 2003 用于：

根据所述基础表情基确定与所述人脸匹配的个性化表情基，其中，所述个性化表情基是包含所述人脸的身份特征的表情基；

35 根据所述目标三维网格序列和所述个性化表情基，生成所述个性化表情基系数序列，所述个性化表情基序列包括多组个性化表情基系数，所述个性化表情基系数序列中的个性化表情基系数与所述个性化表情基的叠加用于表示所述人脸的表情特征；

根据所述个性化表情基系数序列生成动画表情。

本申请中，由于三维网格包含的顶点信息更加丰富，使得三维网格能够更好地反映人

脸的表情特征，另外，通过对三维网格进行变换，能够使得变换后的三维网格与基础表情基的拓扑结构保持一致，从而使得最终根据变换后的三维网格能够生成与人脸的表情特征更加接近的动画表情。

图 11 是本申请实施例的电子设备的示意性框图。图 11 所示的电子设备 3000 包括：

5 存储器 3001，用于存储程序；

处理器 3002，用于执行存储器 3001 中存储的程序，当存储器 3001 中存储的程序被处理器 3002 执行时，处理器 3002 用于执行图 1 或者图 8 所示的生成动画表情的方法中的各个步骤。

10 应理解，上述电子设备 1000 中的获取模块 1001、变换模块 1002 以及处理模块 1003 可以相当于电子设备 3000 中的处理器 3002。上述电子设备 2000 中的获取模块 2001、变换模块 2002 以及处理模块 2003 可以相当于电子设备 3000 中的处理器 3002。

上述处理器 3002 具体可以是中央处理器（central processing unit, CPU）、现场可编程门阵（field programmable gate array, FPGA）、图形处理器（graphics processing unit, GPU）或者其他具有数据处理功能的芯片等等。上述处理器 3002 还可以是 CPU、FPGA、15 GPU 以及数据处理芯片中的至少两种组成。

图 12 是本申请实施例的电子设备的示意性框图。

图 12 中的电子设备 4000 包括通信模块 4010、传感器 4020、用户输入模块 4030、输出模块 4040、处理器 4050、音视频输入模块 4060、存储器 4070 以及电源 4080。

20 上述电子设备 4000 可以执行上述本申请实施例的生成动画表情的方法的各个步骤，具体地，电子设备 4000 中的处理器 4050 可以执行本申请实施例的生成动画表情的方法的各个步骤。

下面对电子设备 4000 中的各个模块或者单元进行详细的介绍。

25 通信模块 4010 可以包括至少一个能使该电子设备与其他电子设备之间进行通信的模块。例如，通信模块 4010 可以包括有线网络接口、广播接收模块、移动通信模块、无线因特网模块、局域通信模块和位置（或定位）信息模块等其中的一个或多个。

传感器 4020 可以感知用户的一些操作，传感器 4020 可以包括距离传感器，触摸传感器等等。传感器 4020 可以感知用户触摸屏幕或者靠近屏幕等操作。

30 用户输入模块 4030，用于接收输入的数字信息、字符信息或接触式触摸操作/非接触式手势，以及接收与系统的用户设置以及功能控制有关的信号输入等。用户输入模块 4030 包括触控面板和/或其他输入设备。

35 输出模块 4040 包括显示面板，用于显示由用户输入的信息、提供给用户的信息或系统的各种菜单界面等。可选的，可以采用液晶显示器（liquid crystal display, LCD）或有机发光二极管（organic light-emitting diode, OLED）等形式来配置显示面板。在其他一些实施例中，触控面板可覆盖显示面板上，形成触摸显示屏。另外，输出模块 4040 还可以包括音频输出模块、告警器以及触觉模块等。

音视频输入模块 4060，用于输入音频信号或视频信号。音视频输入模块 4060 可以包括摄像头和麦克风。

电源 4080 可以在处理器 4050 的控制下接收外部电力和内部电力，并且提供整个电子设备各个模块运行时需要的电力。

处理器 4050 可以指一个或多个处理器，例如，处理器 4050 可以包括一个或多个中央处理器，或者包括一个中央处理器和一个图形处理器，或者包括一个应用处理器和一个协处理器（例如微控制单元或神经网络处理器）。当处理器 4050 包括多个处理器时，这多个处理器可以集成在同一块芯片上，也可以各自为独立的芯片。一个处理器可以包括一个或多个物理核，其中物理核为最小的处理模块。

存储器 4070 存储计算机程序，该计算机程序包括操作系统程序 4071 和应用程序 4072 等。典型的操作系统如微软公司的 Windows，苹果公司的 MacOS 等用于台式机或笔记本的系统，又如谷歌公司开发的基于 Linux® 的安卓（Android®）系统等用于移动终端的系统。当本申请实施例的资源调度电子设备通过软件的方式实现时，可以认为是通过应用程序 4071 来具体实现的。

存储器 4070 可以是以下类型中的一种或多种：闪速（flash）存储器、硬盘类型存储器、微型多媒体卡型存储器、卡式存储器（例如 SD 或 XD 存储器）、随机存取存储器（random access memory, RAM）、静态随机存取存储器（static RAM, SRAM）、只读存储器（read only memory, ROM）、电可擦除可编程只读存储器（electrically erasable programmable read-only memory, EEPROM）、可编程只读存储器（programmable ROM, PROM）、磁存储器、磁盘或光盘。在其他一些实施例中，存储器 4070 也可以是因特网上的网络存储设备，系统可以对在因特网上的存储器 4070 执行更新或读取等操作。

处理器 4050 用于读取存储器 4070 中的计算机程序，然后执行计算机程序定义的设备，例如处理器 4050 读取操作系统程序 4072 从而在该系统运行操作系统以及实现操作系统的各种功能，或读取一种或多种应用程序 4071，从而在该系统上运行应用。

例如，上述存储器 4070 可以存储一种计算机程序（该计算机程序是本申请实施例的资源调度电子设备对应的程序），当处理器 4050 执行该程序时，处理器 4050 能够执行本申请实施例的资源调度电子设备。

存储器 4070 还存储有除计算机程序之外的其他数据 4073，例如，存储器 4070 可以存储本申请的资源调度电子设备中涉及的绘帧线程的负载特征，绘帧线程的负载预测值等等。

图 12 所示的电子设备 4000 中的各个模块或者单元的连接关系仅为一种示例。本申请实施例中的电子设备还可以是图 12 中的各个模块或者单元采用其他连接关系（例如，所有模块或者单元通过总线连接）连接得到的电子设备。

上述电子设备 3000 中的存储器 3001 相当于电子设备 4000 中的存储器 4070，电子设备 3000 中的处理器 3002 相当于电子设备 4000 中的处理器 4050。

上述电子设备 1000、电子设备 2000、电子设备 3000 以及电子设备 4000 具体可以是移动终端（例如，智能手机），电脑，个人数字助理，可穿戴设备，车载设备，物联网设备，AR 设备和 VR 设备等等。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

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取存储介质中。基于这样的理解，本申请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，服务器，或者网络设备等）执行本申请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（read-only memory，ROM）、随机存取存储器（random access memory，RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1、一种生成动画表情的方法，其特征在于，包括：

获取初始三维网格，所述初始三维网格中的顶点用于表示人脸的表情特征；

5 对所述初始三维网格进行变换，得到目标三维网格，所述目标三维网格与基础表情基的拓扑结构相同；

根据所述基础表情基确定与所述人脸匹配的个性化表情基；

根据所述目标三维网格和所述个性化表情基，确定个性化表情基系数，其中，所述个性化表情基系数与所述个性化表情基的叠加用于表示所述人脸的表情特征；

10 根据所述个性化表情基系数生成动画表情。

2、如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述个性化表情基包含多种表情基，所述多种表情基分别对应不同的表情，所述根据所述目标三维网格和所述个性化表情基，确定个性化表情基系数，包括：

15 根据所述多种表情基中的每种表情基的参考顶点的坐标和所述目标三维网格中的顶点的坐标，确定所述个性化表情基系数，其中，所述多种表情基中的每种表情基的参考顶点是所述每种表情基中与所述目标三维网格中的顶点处于相对应位置的点。

3、如权利要求2所述的方法，其特征在于，所述根据所述多种表情基中的每种表情基的参考顶点的坐标和所述目标三维网格中的顶点的坐标，确定所述个性化表情基系数，包括：

20 确定多个第一差值，所述多个第一差值为所述目标三维网格中的多个顶点的坐标分别与所述多种表情基中的相应参考顶点的线性组合的差值；

根据所述多个第一差值分别与相应权重值的乘积的和确定所述个性化表情基系数。

4、如权利要求3所述的方法，其特征在于，所述多个第一差值分别对应多个不同的权重值。

25 5、如权利要求1-4中任一项所述的方法，其特征在于，所述个性化表情基包含多种表情基，所述多种表情基分别对应不同的表情，所述根据所述目标三维网格和所述个性化表情基，确定个性化表情基系数，包括：

确定所述目标三维网格的顶点距离，所述顶点距离为所述目标三维网格中的两个顶点之间的距离；

30 确定所述多种表情基中的每种表情基对应的参考距离，得到多个参考距离，其中，所述每种表情基对应的参考距离为所述每种表情基中的两个参考顶点之间的距离，所述两个参考顶点是所述每种表情基中分别与所述目标三维网格中的两个顶点处于相对应位置的点；

35 根据所述多个参考距离的线性组合与所述顶点距离的差，确定所述个性化表情基系数。

6、如权利要求5所述的方法，其特征在于，所述根据所述多个参考距离的线性组合与所述顶点距离的差，确定所述个性化表情基系数，包括：

确定多个第二差值，所述多个第二差值为所述目标三维网格中的多个顶点距离分别与

所述多种表情基中对应的参考距离的线性组合的差值;

根据所述多个第二差值分别与相应权重值的乘积的和确定所述个性化表情基系数。

7、如权利要求6所述的方法,其特征在于,所述多个第二差值分别对应多个不同的权重值。

5 8、如权利要求1-7中任一项所述的方法,其特征在于,所述对所述初始三维网格进行变换,得到目标三维网格,包括:

确定拓扑参照网格,所述拓扑参照网格与所述基础表情基的拓扑结构相同;

对所述拓扑参照网格进行刚性变形,得到刚性变形后的拓扑参照网格,所述刚性变形后的拓扑参照网格的大小与所述初始三维网格的大小相同;

10 对所述刚性变形后的拓扑参照网格和所述初始三维网格进行贴合处理,直到所述刚性变形后的拓扑参照网格与所述初始三维网格的贴合程度满足预设贴合程度;

将所述刚性变形后的拓扑参照网格中的顶点的坐标替换为所述初始三维网格中与所述刚性变形后的网格中的顶点相匹配的顶点的坐标,得到所述目标三维网格,其中,所述目标三维网格具有所述拓扑参照网格的拓扑结构和所述初始三维网格的外形。

15 9、如权利要求8所述的方法,其特征在于,所述对所述刚性变形后的拓扑参照网格和所述初始三维网格进行贴合处理,直到所述刚性变形后的拓扑参照网格与所述初始三维网格的贴合程度满足预设贴合程度,包括:

重复执行步骤A和步骤B,直到所述非刚性变形后的拓扑参照网格与所述初始三维网格的贴合程度满足预设贴合程度;

20 其中,所述步骤A和步骤B分别为:

步骤A:根据径向基函数RBF对所述刚性变形后的拓扑参照网格进行非刚性变形,得到非刚性变化后的拓扑参照网格;

步骤B:将所述非刚性变形后的拓扑参照网格与所述初始三维网格贴合。

10、一种生成动画表情的方法,其特征在于,包括:

25 获取初始三维网格序列,所述初始三维网格序列包括多个初始三维网格,所述多个初始三维网格分别用于表示人脸在多个不同时刻的表情特征;

对所述初始三维网格序列进行变换,得到目标三维网格序列,所述目标三维网格序列包括多个目标三维网格,所述多个目标三维网格与基础表情基的拓扑结构相同;

根据所述基础表情基确定与所述人脸匹配的个性化表情基;

30 根据所述目标三维网格序列和所述个性化表情基,生成个性化表情基系数序列,所述个性化表情基序列包括多组个性化表情基系数,所述个性化表情基系数序列中的个性化表情基系数与所述个性化表情基的叠加用于表示所述人脸的表情特征;

根据所述个性化表情基系数序列生成动画表情。

11、一种电子设备,其特征在于,包括:

35 获取模块,用于获取初始三维网格,所述初始三维网格中的顶点用于表示人脸的表情特征;

变换模块,用于对所述初始三维网格进行变换,得到目标三维网格,所述目标三维网格与基础表情基的拓扑结构相同;

处理模块,所述处理模块用于:

根据所述基础表情基确定与所述人脸匹配的个性化表情基；

根据所述目标三维网格和所述个性化表情基，确定个性化表情基系数，其中，所述个性化表情基系数与所述个性化表情基的叠加用于表示所述人脸的表情特征；

根据所述个性化表情基系数生成动画表情。

- 5 12、如权利要求 11 所述的电子设备，其特征在于，所述个性化表情基包含多种表情基，所述多种表情基分别对应不同的表情，所述处理模块用于：

根据所述多种表情基中的每种表情基的参考顶点的坐标和所述目标三维网格中的顶点的坐标，确定所述个性化表情基系数，其中，所述多种表情基中的每种表情基的参考顶点是所述每种表情基中与所述目标三维网格中的顶点处于相对应位置的点。

- 10 13、如权利要求 12 所述的电子设备，其特征在于，所述处理模块用于：

确定多个第一差值，所述多个第一差值为所述目标三维网格中的多个顶点的坐标分别与所述多种表情基中的相应参考顶点的线性组合的差值；

根据所述多个第一差值分别与相应权重值的乘积的和确定所述个性化表情基系数。

- 15 14、如权利要求 13 所述的电子设备，其特征在于，所述多个第一差值分别对应多个不同的权重值。

15、如权利要求 11-14 中任一项所述的电子设备，其特征在于，所述个性化表情基包含多种表情基，所述多种表情基分别对应不同的表情，所述处理模块用于：

确定所述目标三维网格的顶点距离，所述顶点距离为所述目标三维网格中的两个顶点之间的距离；

- 20 确定所述多种表情基中的每种表情基对应的参考距离，得到多个参考距离，其中，所述每种表情基对应的参考距离为所述每种表情基中的两个参考顶点之间的距离，所述两个参考顶点是所述每种表情基中分别与所述目标三维网格中的两个顶点处于相对应位置的点；

- 25 根据所述多个参考距离的线性组合与所述顶点距离的差，确定所述个性化表情基系数。

16、如权利要求 15 所述的电子设备，其特征在于，所述处理模块用于：

确定多个第二差值，所述多个第二差值为所述目标三维网格中的多个顶点距离分别与所述多种表情基中对应的参考距离的线性组合的差值；

根据所述多个第二差值分别与相应权重值的乘积的和确定所述个性化表情基系数。

- 30 17、如权利要求 16 所述的电子设备，其特征在于，所述多个第二差值分别对应多个不同的权重值。

18、如权利要求 11-17 中任一项所述的电子设备，其特征在于，所述变换模块用于：

确定拓扑参照网格，所述拓扑参照网格与所述基础表情基的拓扑结构相同；

- 35 对所述拓扑参照网格进行刚性变形，得到刚性变形后的拓扑参照网格，所述刚性变形后的拓扑参照网格的大小与所述初始三维网格的大小相同；

对所述刚性变形后的拓扑参照网格和所述初始三维网格进行贴合处理，直到所述刚性变形后的拓扑参照网格与所述初始三维网格的贴合程度满足预设贴合程度；

将所述刚性变形后的拓扑参照网格中的顶点的坐标替换为所述初始三维网格中与所述刚性变形后的网格中的顶点相匹配的顶点的坐标，得到所述目标三维网格，其中，所述

目标三维网格具有所述拓扑参照网格的拓扑结构和所述初始三维网格的外形。

19、如权利要求 18 所述的电子设备，其特征在于，所述变换模块用于重复执行步骤 A 和步骤 B，直到所述非刚性变形后的拓扑参照网格与所述初始三维网格的贴合程度满足预设贴合程度；

5 其中，所述步骤 A 和步骤 B 分别为：

步骤 A：根据径向基函数 RBF 对所述刚性变形后的拓扑参照网格进行非刚性变形，得到非刚性变化后的拓扑参照网格；

步骤 B：将所述非刚性变形后的拓扑参照网格与所述初始三维网格贴合。

20、一种电子设备，其特征在于，包括：

10 获取模块，用于获取初始三维网格序列，所述初始三维网格序列包括多个初始三维网格，所述多个初始三维网格分别用于表示人脸在多个不同时刻的表情特征；

变换模块，用于对所述初始三维网格序列进行变换，得到目标三维网格序列，所述目标三维网格序列包括多个目标三维网格，所述多个目标三维网格与基础表情基的拓扑结构相同；

15 处理模块，所述处理模块用于：

根据所述基础表情基确定与所述人脸匹配的个性化表情基；

根据所述目标三维网格序列和所述个性化表情基，生成个性化表情基系数序列，所述个性化表情基序列包括多组个性化表情基系数，所述个性化表情基系数序列中的个性化表情基系数与所述个性化表情基的叠加用于表示所述人脸的表情特征；

20 根据所述个性化表情基系数序列生成动画表情。

附 图

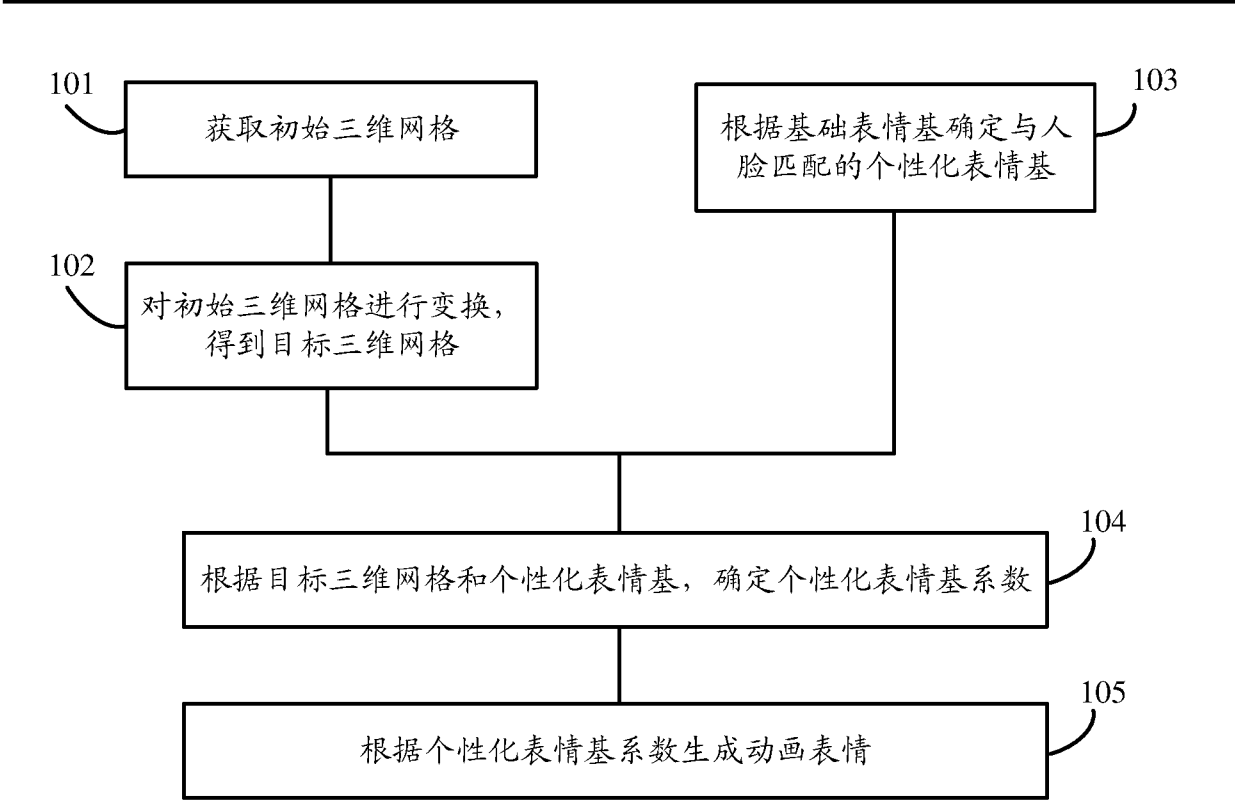
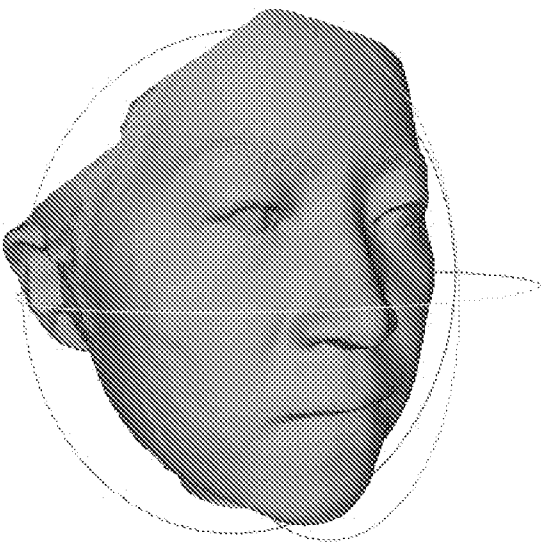
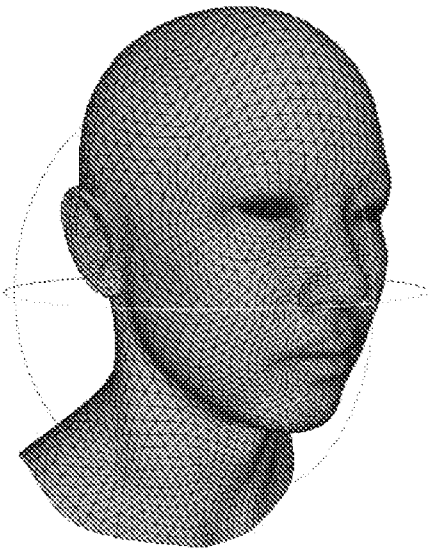


图 1



初始三维网格



刚性变换后的三维网格

图 2

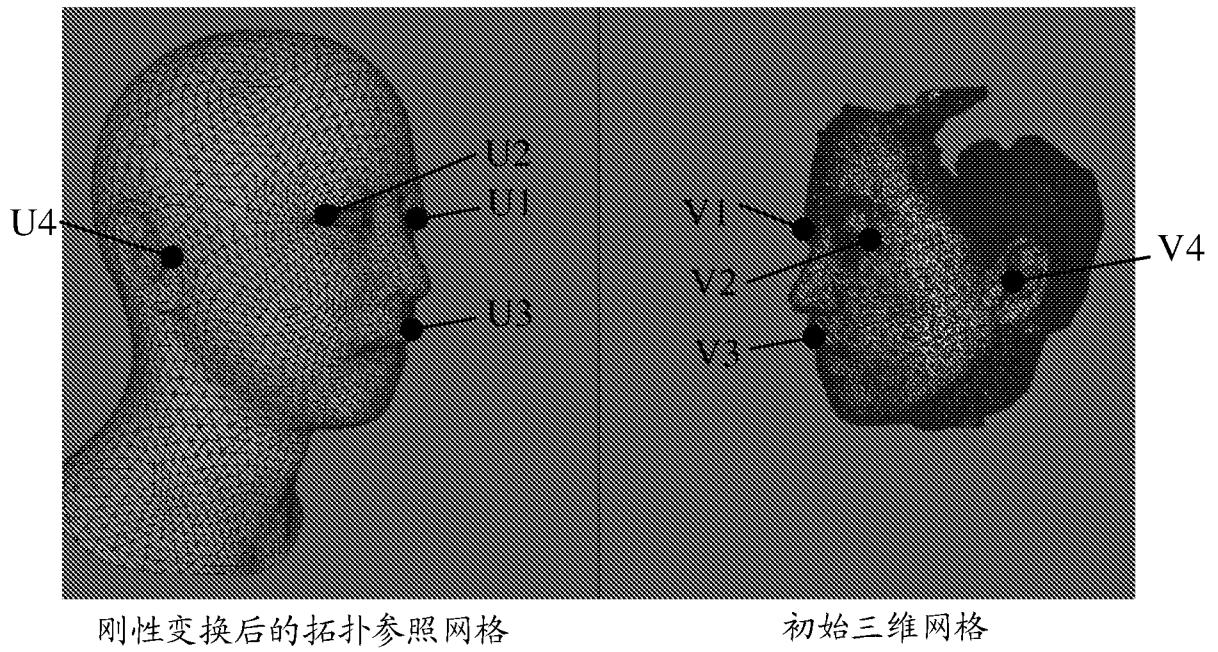


图 3

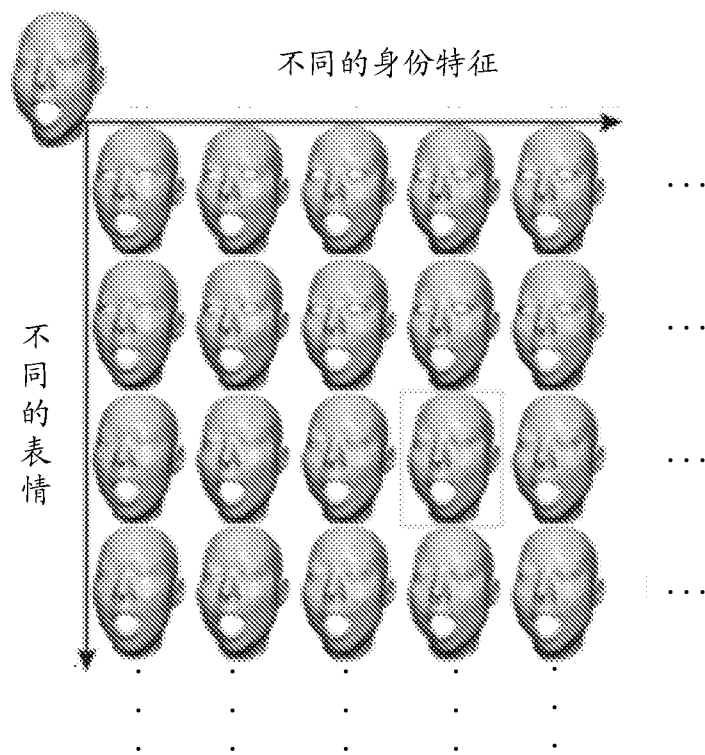


图 4

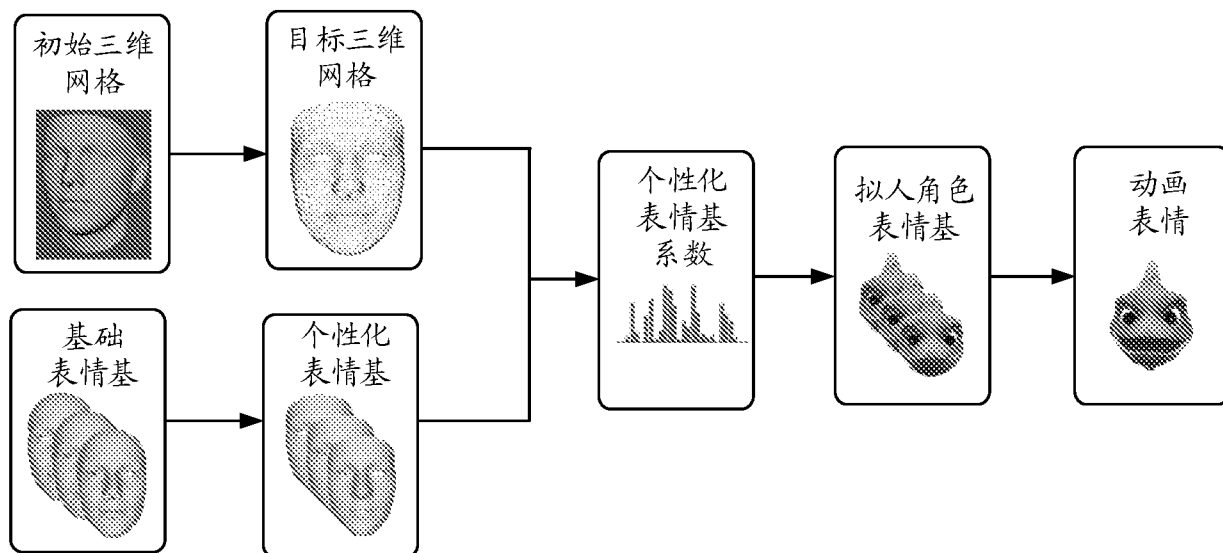


图 5

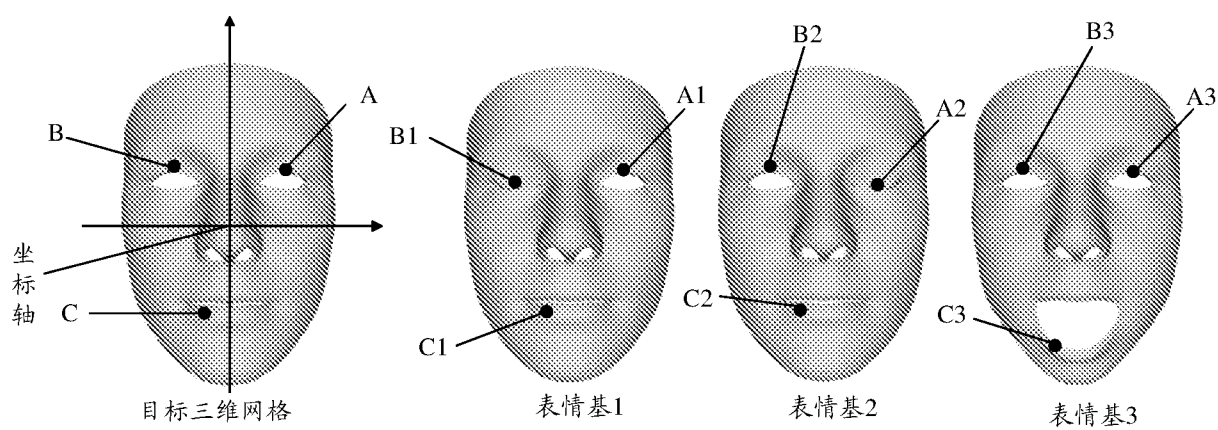


图 6

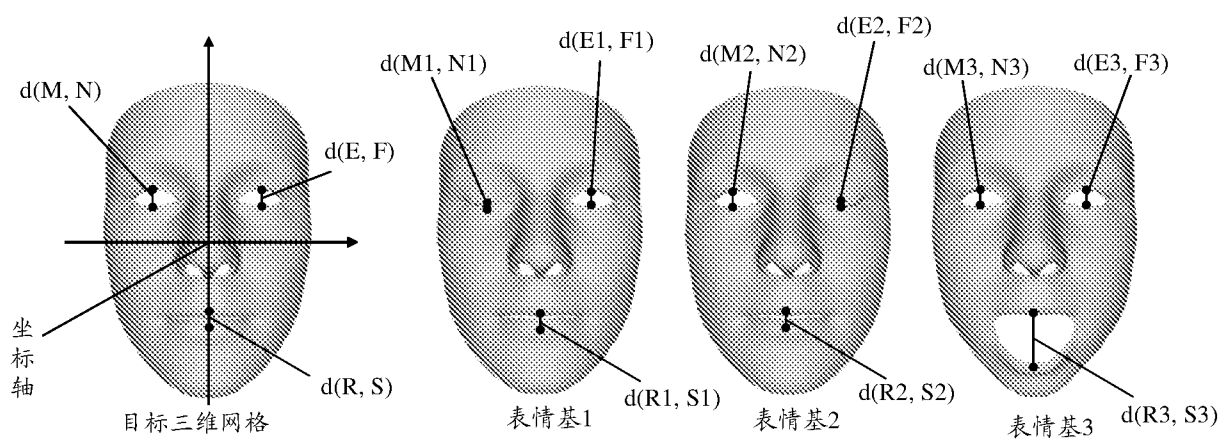


图 7

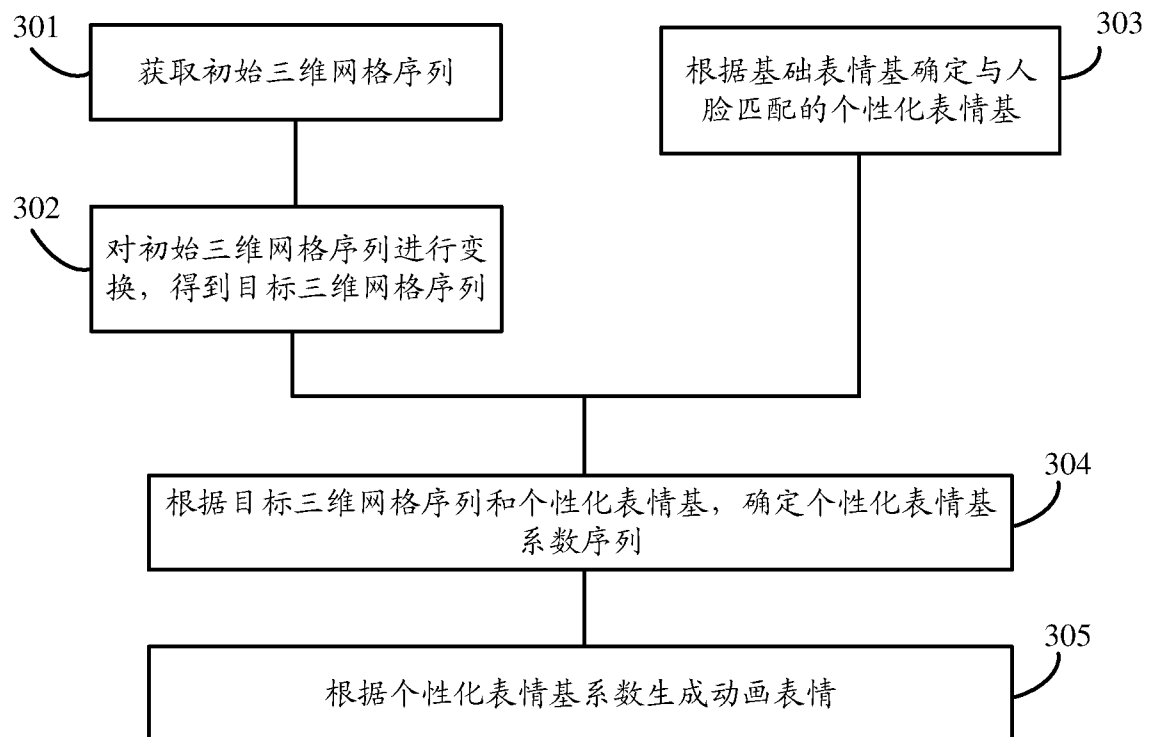


图 8

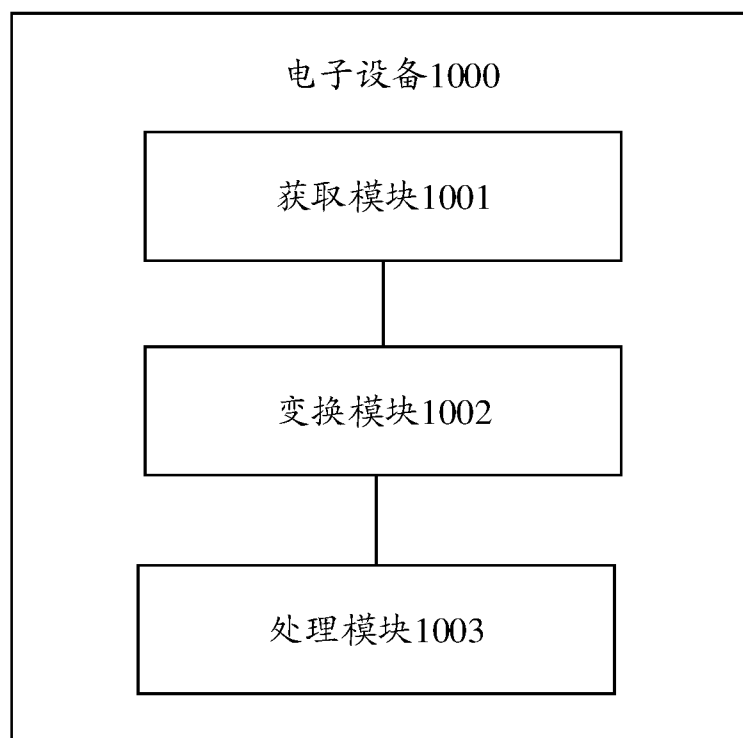


图 9

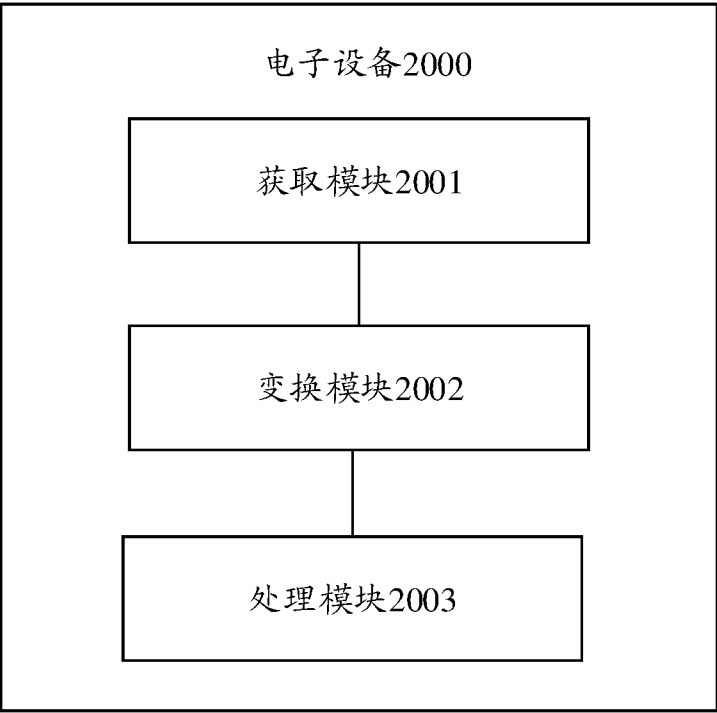


图 10

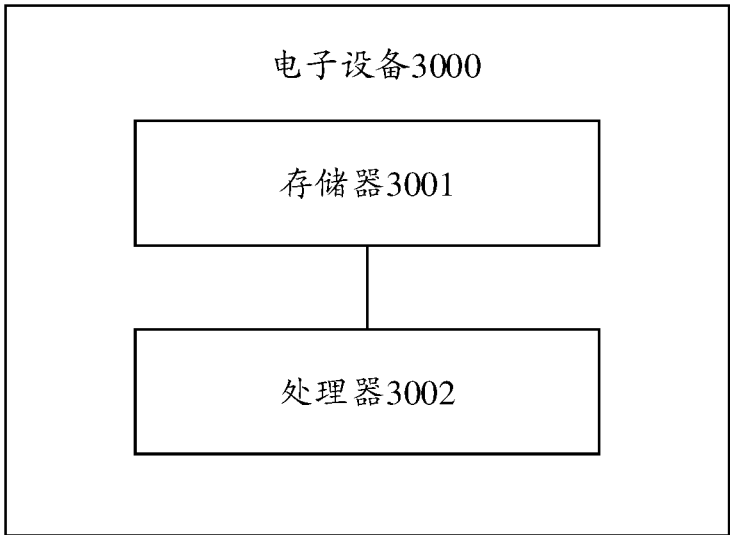


图 11

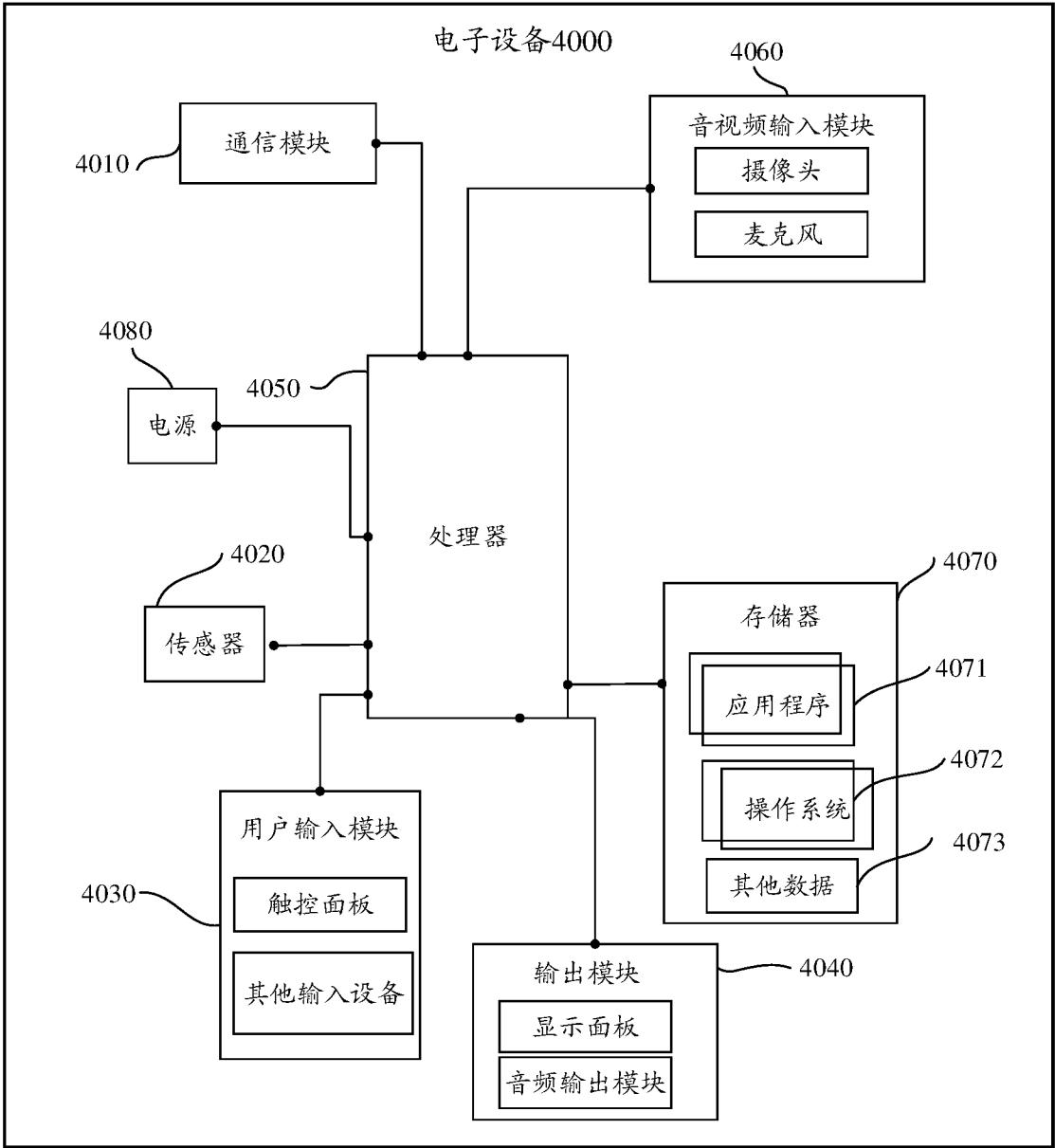


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/113041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 13/40(2011.01)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)

G06T,G06K

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

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

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 动画, 卡通, 虚拟, 拟人, 表情, 图像, 图片, 生成, 三维, 网格, 人脸, 面部, 特征, 个性化, 表情基, 拓扑, 刚性变换, 器官, 五官, 局部, 身份, 形状, 特点, 生理结构, 匹配, cartoon, animation, basal, expression, image, picture, generate, 3D, grid, face, facial, character, feature, individuation, topology, rigid, apparatus, organ, figure, shape, match

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101149840 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 26 March 2008 (2008-03-26) claims 1-6, description, pages 5-9, and figures 1-12	1-20
Y	CN 108986221 A (HOHAI UNIVERSITY, CHANGZHOU CAMPUS) 11 December 2018 (2018-12-11) claims 1-8	1-20
A	CN 106204698 A (LANXII PLAY (BEIJING) TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 December 2016 (2016-12-07) entire document	1-20
A	CN 104217454 A (INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 17 December 2014 (2014-12-17) entire document	1-20
A	US 2014240324 A1 (INTIFIC, INC.) 28 August 2014 (2014-08-28) 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

06 January 2020

Date of mailing of the international search report

23 January 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
 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/CN2019/113041

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	101149840	A	26 March 2008	CN	100527170	C	12 August 2009
CN	108986221	A	11 December 2018	None			
CN	106204698	A	07 December 2016	WO	2016177290	A1	10 November 2016
CN	104217454	A	17 December 2014	None			
US	2014240324	A1	28 August 2014	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/113041

A. 主题的分类

G06T 13/40 (2011.01) 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)

G06T, G06K

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 动画, 卡通, 虚拟, 拟人, 表情, 图像, 图片, 生成, 三维, 网格, 人脸, 面部, 特征, 个性化, 表情基, 拓扑, 刚性变换, 器官, 五官, 局部, 身份, 形状, 特点, 生理结构, 匹配, cartoon, animation, basal, expression, image, picture, generate, 3D, grid, face, facial, character, feature, individuation, topology, rigid, apparatus, organ, figure, shape, match

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 101149840 A (清华大学) 2008年 3月 26日 (2008 - 03 - 26) 权利要求1-6, 说明书第5-9页, 图1-12	1-20
Y	CN 108986221 A (河海大学常州校区) 2018年 12月 11日 (2018 - 12 - 11) 权利要求1-8	1-20
A	CN 106204698 A (北京蓝犀时空科技有限公司) 2016年 12月 7日 (2016 - 12 - 07) 全文	1-20
A	CN 104217454 A (中国科学院计算技术研究所) 2014年 12月 17日 (2014 - 12 - 17) 全文	1-20
A	US 2014240324 A1 (INTIFIC, INC.) 2014年 8月 28日 (2014 - 08 - 28) 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 1月 6日

国际检索报告邮寄日期

2020年 1月 23日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

王洋

电话号码 (86-10)53961523

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/113041

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	101149840	A	2008年 3月 26日	CN 100527170 C	2009年 8月 12日
CN	108986221	A	2018年 12月 11日	无	
CN	106204698	A	2016年 12月 7日	W0 2016177290 A1	2016年 11月 10日
CN	104217454	A	2014年 12月 17日	无	
US	2014240324	A1	2014年 8月 28日	无	