

(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6月18日 (18.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/119458 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06K 9/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/121237
- (22) 国际申请日: 2019年11月27日 (27.11.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811503905.5 2018年12月10日 (10.12.2018) CN
- (71) 申请人: 腾讯科技(深圳)有限公司 (TENCENT TECHNOLOGY (SHENZHEN) COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区科技中一路腾讯大厦35层, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 曹煊(CAO, Xuan); 中国广东省深圳市南山区高新区科技中一路腾讯大厦35层, Guangdong 518057 (CN)。 曹玮剑(CAO, Weijian); 中国广

东省深圳市南山区高新区科技中一路腾讯大厦35层, Guangdong 518057 (CN)。 葛彦昊(GE, Yanhao); 中国广东省深圳市南山区高新区科技中一路腾讯大厦35层, Guangdong 518057 (CN)。 汪铖杰(WANG, Chengjie); 中国广东省深圳市南山区高新区科技中一路腾讯大厦35层, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京三高永信知识产权代理有限公司(BEIJING SAN GAO YONG XIN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国北京市海淀区学院路蓟门里和景园A座1单元102室, Beijing 100088 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) Title: FACIAL LANDMARK DETECTION METHOD AND APPARATUS, COMPUTER DEVICE AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 脸部关键点检测方法、装置、计算机设备和存储介质

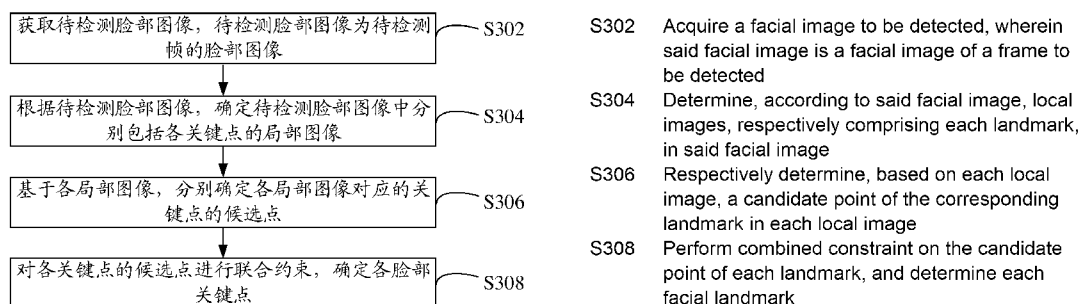


图 3

(57) Abstract: The present application relates to a facial landmark detection method and apparatus, a computer device and a storage medium. The method comprises: acquiring a facial image to be detected, wherein said facial image is a facial image of a frame to be detected; determining, according to said facial image, local images, respectively comprising each landmark, in said facial image; respectively determining, based on each local image, a candidate point of the corresponding landmark in each local image; and performing combined constraint on the candidate point of each landmark, and determining each facial landmark. For local images, respectively comprising each landmark, in an entire facial image to be detected, candidate points of corresponding landmarks in the local images are respectively determined. Therefore, the amount of calculations can be reduced, and the efficiency of determining the candidate points of the landmarks can be improved. Therefore, the efficiency of detecting each facial landmark can be improved.

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: 本申请涉及一种脸部关键点检测方法、装置、计算机设备和存储介质, 获取待检测脸部图像, 待检测脸部图像为待检测帧的脸部图像; 根据所述待检测脸部图像, 确定所述待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像; 基于各局部图像, 分别确定各局部图像对应的关键点的候选点; 对各关键点的候选点进行联合约束, 确定各脸部关键点。由于对整体的待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像, 分别确定该局部图像中对应的关键点的候选点。可以降低计算量, 提高关键点候选点的确定效率。从而, 可以使得各脸部关键点的检测效率得到提升。

脸部关键点检测方法、装置、计算机设备和存储介质

本申请要求于 2018 年 12 月 10 日提交、申请号为 201811503905.5、发明名称为“脸部关键点检测方法、装置、计算机设备和存储介质”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

本申请涉及人工智能领域，特别是涉及一种脸部关键点检测方法、装置、计算机设备和存储介质。

背景技术

脸部关键点检测技术对脸部识别、脸部配准、脸部美妆等应用都具有至关重要的作用。相关的脸部关键点检测方式可以基于脸部全局特征进行脸部关键点检测。如，人脸关键点检测 (Landmark Detection)，是指对人脸图像中关键点的位置坐标进行定位。在进行人脸关键点检测时，如图 1 所示，以整张人脸图片作为输入，经过神经网络或数学模型同时输出所有人脸关键点的位置坐标。

相关的关键点检测方法，以整幅脸部图像作为检测对象，进行关键点的检测，因此，存在检测效率低的问题。

发明内容

基于此，提供一种能够提高检测效率的脸部关键点检测方法、装置、计算机设备和存储介质，可以解决上述检测脸部关键点的效率低的问题。

一种脸部关键点检测方法，所述方法包括：

获取待检测脸部图像，所述待检测脸部图像为待检测帧的脸部图像；

根据所述待检测脸部图像，确定所述待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像；

基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点；

对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。

一种脸部关键点检测装置，所述装置包括：

整体图像获取模块，用于获取待检测脸部图像，所述待检测脸部图像为待检测帧的脸部图像；

局部图像确定模块，用于根据所述待检测脸部图像，确定所述待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像；

局部候选点确定模块，用于基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点；

整体关键点确定模块，用于对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。

一种计算机设备，包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现以下步骤：

获取待检测脸部图像，所述待检测脸部图像为待检测帧的脸部图像；

根据所述待检测脸部图像，确定所述待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像；

基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点；

对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。

一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现以下步骤：

获取待检测脸部图像，所述待检测脸部图像为待检测帧的脸部图像；

根据所述待检测脸部图像，确定所述待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像；

基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点；

对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。

上述一种脸部关键点检测方法、装置、计算机设备和存储介质，获取待检测脸部图像，所述待检测脸部图像为待检测帧的脸部图像；根据所述待检测脸部图像，确定所述待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像；基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点；对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。由于对整体的待检测脸部图像中分别包括各

关键点的局部图像，分别确定该局部图像中对应的关键点的候选点。可以降低计算量，提高关键点候选点的确定效率。从而，可以使得各脸部关键点的检测效率得到提升。当该脸部关键点检测方法应用于上妆类应用时，由于检测效率得到提升，可以降低关键点检测的耗时，减少运行时的卡顿现象，提供更流畅的上妆效果。

附图说明

图 1 为相关技术方式中脸部关键点检测方法的原理图；

图 2 为一个实施例中脸部关键点检测方法的应用环境图；

图 3 为一个实施例中脸部关键点检测方法的流程示意图；

图 4 为一具体实施例中的脸部关键点检测方法的神经网络结构示意图；

图 5 为一具体实施例中的脸部关键点检测方法的另一神经网络结构示意图；

图 6 为一具体实施例中的脸部关键点检测方法的原理图；

图 7 为一具体实施例中的脸部关键点检测方法的流程示意图；

图 8 为一通过相关技术方式得到上妆错乱示例图；

图 9 为通过一实施例的脸部关键点检测方法上妆准确的示例图；

图 10 为一个实施例中脸部关键点检测装置的结构框图。

具体实施方式

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

图 2 为一个实施例中脸部关键点检测方法的应用环境图。该脸部关键点检测方法可应用于计算机设备中。该计算机设备可以是终端或者服务器。终端可以是台式设备或者移动终端，例如，手机、平板电脑、台式电脑等。服务器可以是独立的物理服务器、物理服务器集群或者虚拟服务器。其中，该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器和网络接口。其中，存储器包括非易失性存储介质和内存储器。该计算机设备的非易失性存储介质存储有操作系统及计算机程序，该计算机程序被处理器执行时，可使得处理器实现脸部关键点检测方法的步骤。该内存储器中也可储存有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时，可使得处理器执行脸部关键点检测方法的步骤。

本领域技术人员可以理解，图 2 中示出的结构，仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图，并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备的限定，具体的计算机设备可以包括比图中所示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者具有不同的部件布置。

如图 3 所示，在一个实施例中，提供了一种脸部关键点检测方法。该方法可以运行于图 2 中的计算机设备。该脸部关键点检测方法，包括以下步骤：

S302，获取待检测脸部图像，待检测脸部图像为待检测帧的脸部图像。

待检测脸部图像可以是一张独立的脸部图像，也可以是在动态场景中连续多帧脸部图像中的一帧图像。待检测脸部图像可以为包括脸部信息的图像。脸部可以是指人类的脸部，即人脸。脸部也可以是指动物的脸部，如可以是猫、狗、狮子、老虎、北极熊等动物的脸部。

可以理解地，本方法可以应用于动态场景，动态场景为包括不少于两帧图像的场景，检测脸部关键点时，需要针对场景中不少于两帧的脸部图像进行检测。如，可以是对每一帧的脸部图像进行人脸关键点的检测。

S304，根据待检测脸部图像，确定待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像。

其中，关键点可以是指脸部图像中的脸部器官上的点，例如，眼角、眼皮中点、鼻尖、嘴角、轮廓上的点。脸部类型确定时，如当脸部为人脸时，可以预先对脸部的各个关键点进行定义。其中，脸部类型可以用于指示脸部为人的脸部还是动物的脸部。在一种可能实现方式中，脸部类型可以包括人脸类型、猫脸类型、狗脸类型中的至少一项。

在其中一实施例中，预先对脸部的每一个关键点进行定义，可以根据每个定义的关键点获取一张局部图像，即一张局部图像对应一个关键点。其中，预先对脸部的每一个关键点进行定义可以包括：根据该关键点在脸部图像中的位置，对关键点进行标记，如可以将关键点标记为第 1 关键点、第 2 关键点、... 第 N 关键点，其中，N 为脸部关键点的总数，其中，第 1 关键点可以为眼角的点、第 2 关键点可以为眼皮中点的点、... 第 52 关键点可以为嘴角的点等。

可选地，N 可以为 86，其中，眼睛可以包括 22 个关键点、眉毛可以包括 16 个关键点、鼻子可以包括 11 个关键点、嘴巴可以包括 18 个关键点、脸部轮

廓可以包括 19 个关键点。

可选地，还可以按照器官对每一个关键点进行分类，如，可以将关键点分为眼睛关键点、眉毛关键点、鼻子关键点、嘴巴关键点、轮廓关键点等多种类型的关键点，其中，第 1 关键点至第 22 关键点可以为眼睛的各关键点；第 23 关键点至第 38 关键点可以为眉毛的关键点。该局部图像的大小可以是小于待检测脸部图像的十分之一、二十分之一等，总之，该局部图像远小于待检测脸部图像。

可以理解地，在其它实施例中，还可以根据预设规则，预先对脸部的多个关键点进行定义，针对多个按关键点，获取该多个关键点对应的局部图像，即一张局部图像对应多个关键点。在一种可能实现方式中，预先对脸部的多个关键点进行定义可以包括：按照器官对脸部关键点进行分类定义，关键点的类型可以包括眼睛关键点、眉毛关键点、鼻子关键点、嘴巴关键点、轮廓关键点中的至少一项。如，多个同一类型的关键点可以为眼睛的第 1 关键点至第 22 关键点，还可以为眉毛的第 23 关键点至第 38 关键点。该局部图像的大小可以是小于待检测脸部图像的二分之一、五分之一等，总之，该局部图像小于待检测脸部图像。

可以基于关键点定义的方式，提取局部图像。如，针对每一个关键点，对待检测脸部图像进行提取，提取该关键点对应的局部图像。该关键点对应的局部图像，是包括该关键点在内的局部图像，如针对第 1 关键点，对待检测脸部图像进行提取，提取包括该第 1 关键点的局部图像。又如，根据预设规则，针对多个同一类型的关键点，对待检测脸部图像进行提取，提取包括该类型关键点对应的局部图像。该类型关键点对应的局部图像，是包括该类型所有关键点在内的局部图像，如针对眼睛关键点，对待检测脸部图像进行提取，提取包括该第 1 关键点至第 22 关键点的局部图像。

需要说明的是，一张局部图像对应一个关键点的实施方式，相较于一张局部图像对应多个关键点的实施方式，能够提取更小的局部图像，因此，其能够提升更高的检测效率。而一张局部图像对应多个关键点的实施方式，相较于一张局部图像对应一个关键点的实施方式，提取的局部图像数量更少，能够减轻计算机设备的运算量，从而能够更快地确定脸部关键点。

S306，基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点。

对每一张局部图像，可以根据该局部图像的纹理特征，确定该局部图像对

应的关键点的候选点。也即，可以将每一张局部图像独立地进行关键点检测，确定该局部图像对应的关键点的候选点。候选点是指可能是该局部图像对应的关键点的点。

在一些实施例中，可以采用训练好的神经网络模型，确定局部图像对应的关键点的候选点。如可以采用对应的神经网络模型对各关键点进行映射，得到该关键点的候选点。各关键点对应的神经网络可以是预先训练好的基于局部图像的神经网络模型。以一张局部图像对应一个关键点为例，神经网络模型的个数等于预先定义的脸部关键点的个数，每一个关键点可以对应一个基于局部图像的神经网络模型，这样能够将多张局部图像同时输入至多个神经网络模型中，进行同步处理，加快处理速度。该基于局部图像的神经网络模型的输入为局部图像，输出可以为该局部图像的热量图。热量图 (Heat Map)，是指由点分布概率表征能量高低的图像，图像中一个像素值的大小表征该像素是关键点的概率的高低。热量图可以表达局部图像中各像素点作为关键点的概率。概率值满足预设条件的像素点即为候选点，预设条件可以为概率值大于预设概率值，如，预设概率值可以为 0、0.1、0.5 等 0 至 1 区间的任一数值。如此，通过神经网络确定该局部图像对应的关键点的候选点的方式，可以进一步提高脸部关键点检测的准确性。

S308，对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。

由于各关键点的候选点分别与各局部图像对应。因此，在确定待检测脸部图像整体的脸部关键点时，需要对各局部图像对应的关键点的候选点进行联合约束，以确定该局部图像对应的关键点。待检测图像的各局部图像对应的关键点的集合即为待检测脸部图像整体的脸部关键点。通过获取每个局部图像对应的关键点得到待检测图像整体的脸部关键点，且对每个局部图像并行处理，因此减少了脸部检测过程的耗时。

在一种可能实现方式中，对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点，可以包括：按照联合约束的条件，对各局部图像中的候选点进行联合约束，确定每个局部图像中的关键点，得到待检测脸部图像整体的脸部关键点。其中，联合约束的条件指示各局部图像对应的关键点联合起来应该满足的条件。如当待检测脸部图像中脸部的脸部类型为人脸类型时，联合约束条件可以为各局部图像对应的关键点联合起来应满足的基于面部特征的条件。其中，满足基于面部特征的条件可以包括眼睛的关键点在嘴巴的关键点的上方，鼻子的关键

点在眼睛的关键点和嘴巴的关键点之间等。

在一些实施例中，对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点可以包括：采用训练好的神经网络模型，对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。该神经网络模型的输入可以为局部图像的热量图，输出可以为待检测脸部图像的各脸部关键点。如此，通过神经网络模型确定脸部关键点，可以进一步提升脸部关键点的检测效率。

需要说明的是，当每一张局部图像对应多个关键点时，在进行联合约束时，需要进行旋转操作，因此不能采用线性模型进行联合约束。当每一张局部图像对应一个关键点时，在进行联合约束时，可以无需进行旋转操作，因此可以采用线性模型进行联合约束。基于线性模型对各关键点的候选点进行联合约束时，只需要进行单次求解，相较于非线性模型需要多次求解需的计算量更少，检测速度更快。

还需说明的是，在本实施例中，并不是简单的将各个局部图像中，作为关键点概率最高的像素点作为脸部关键点，而是需要进行联合约束。例如，当某个关键点存在遮挡、暗光等干扰因素，相应像素点的作为关键点的概率值较低，但在联合约束时，将排查上述干扰因素，将其作为脸部关键点输出。

基于本实施例的脸部关键点检测方法，获取待检测脸部图像；根据待检测脸部图像，确定待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像；基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点；对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。由于对整体的待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像，分别确定该局部图像中对应的关键点的候选点。可以降低计算量，提高关键点候选点的确定效率。从而，可以使得各脸部关键点的检测效率得到提升。同时由于局部图像更能体现局部的细节特征，因此，基于本实施例的脸部关键点检测方法还可以提高关键点检测的准确性。当该脸部关键点检测方法应用于上妆类应用时，由于检测效率得到提升，可以降低关键点检测的耗时，减少运行时的卡顿现象，提供更流畅的上妆效果。

动态场景如可以是分享视频应用、拍摄视频应用、美化视频应用等应用中的动态场景。在这些动态场景中，可以对人脸进行化妆，例如，画眼影、描口红、瘦脸等。在对人脸进行化妆时，首先都需要对人脸五官进行精确定位，也即人脸关键点检测。当检测到每个器官的关键点以后，可以采用CG（Computer Graphics，计算机动画）渲染技术对人脸图像进行上妆。由于基于本实施例的脸

部关键点检测方法，具有检测准确性高的有益效果，因此，可以避免因人脸上妆时存在侧脸、遮挡、暗光等特殊情况，引起的关键点检测不准确、上妆错乱的问题。从而，提高上妆的稳定性。

还需说明的是，动态场景对实时性要求高，也即需要实时检测出每个视频帧中人脸图像的脸部关键点，也即对检测效率要求更高，基于本实施例的脸部关键点检测方法，能够更好的适用于动态场景。在保证动态场景流畅性的同时，适用于执行终端为智能终端的应用环境。

在其中一实施例中，对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点，包括：基于线性模型对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。

可以理解地，基于本实施例的脸部关键点检测方法中，当每一张局部图像对应一个关键点。在进行联合约束时，可以无需进行旋转操作，因此，可以基于线性模型对各关键点的候选点进行联合约束，从而确定待检测脸部图中的各脸部关键点。尤其是，在侧脸姿态下，传统非线性模型往往存在求解偏差的情况，而基于线性模型的联合约束，可以获得更准确的脸部关键点。由于基于线性模型对各关键点的候选点进行联合约束时，只需要进行单次求解，相较于非线性模型需要多次求解需的计算量更少，且能够保证收敛到全局最优。

由于线性模型相较于非线性模型具有能够保证收敛到全局最优、计算量更少的效果。因此，基于本实施例的脸部关键点检测方法，可以使得确定各脸部关键点的效率得到进一步提升的同时，提高脸部关键点检测的准确性。当该脸部关键点检测方法应用于上妆类应用时，由于检测效率及准确性得到提升，可以进一步降低关键点检测的耗时，减少运行时的卡顿现象，提供更流畅的上妆效果。同时，由于线性模型可以保证求解得到全局最优解，能够避免在侧脸姿态下存在求解偏差的情况，提高在侧脸姿态下上妆的准确性。

另外，线性模型为动态线性点分布模型。动态线性点分布模型为动态的基于线性约束条件的点分布模型。在一种可能实现方式中，对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点，包括：基于动态线性点分布模型，获取每个局部图像的约束参数；根据每个约束参数，对各个局部图像的关键点的候选点进行联合约束，得到各个局部图像的脸部关键点。

点分布模型（PDM，Point Distribution Model）是指，某一类别对象中关键

点分布的统计模型，能反映出该类别对象的形状特征。在本实施例中，点分布模型为脸部关键点分布的统计模型。动态的线性点分布模型，可以实时动态更新约束参数（PDM 参数），使得检测结果更为准确。因此，基于本实施例的脸部关键点检测方法可以保证收敛到全局最优、计算量更少、约束参数可以实时动态更新。从而，基于本实施例的脸部关键点检测方法，可以使得确定各脸部关键点的效率得到进一步提升的同时，进一步提高脸部关键点检测的准确性。

在其中一具体实施例中，动态线性点分布模型的输入为各局部图像的热量图，输出为各脸部关键点。该动态线性点分布模型中联合约束求解过程的优化目标函数可以为：

$$\min_{[\mathbf{X}, \mathbf{Y}]} \sum_{k=0}^N H_{[x, y]}^k + \lambda \left[\frac{\mathbf{B}}{\Lambda} \right]^2, \text{ s.t. } [\mathbf{X}, \mathbf{Y}] = \mathbf{M}_{\text{PDM}} \cdot \mathbf{B}$$

其中， $H_{[x, y]}^k$ 为第 k 个关键点位于 $[x, y]$ 坐标的概率， λ 为正则约束强度，可以根据经验设定为 0.1~5.0 之间的任一数值， \mathbf{B} 为 PDM 参数。 \mathbf{M}_{PDM} 是由点分布模型基向量构成的矩阵， \mathbf{M}_{PDM} 为复合构造矩阵， Λ 为 PCA（Principle Component Analysis，主成分分解，是指去除训练数据中关键点数据中的冗余成分，得到主要成分向量）主成分向量对应的特征值构成的向量，s.t. 表示约束条件。

其中，PCA 可以通过降维的方式，将原始数据的多个指标转化为更少数量的综合指标，该更少数量的综合指标能够反映原始数据的大部分信息，因此，该更少数量的综合指标可以看做是原始数据的主成分。

另外，在本实施例中，约束条件为： $[\mathbf{X}, \mathbf{Y}] = \mathbf{s} \cdot \left(\overline{[\mathbf{X}, \mathbf{Y}]} + \Phi \cdot \mathbf{B} \right) + \mathbf{T}$ ，其中， $[x, y]$ 表示各脸部关键点的三维空间坐标， \mathbf{s} 表示缩放因子，可以为一个浮点数； Φ 表示 PCA 基向量构成的矩阵； \mathbf{B} 表示 PDM 参数； \mathbf{T} 表示平移因子。上述公式中的乘法为矩阵相乘，由于矩阵乘法具有结合律，因此上述约束条件可以进一步改写为： $[\mathbf{X}, \mathbf{Y}] = \mathbf{M}_{\text{PDM}} \cdot \mathbf{B}$ 。其中， \mathbf{M}_{PDM} 可以为复合构造矩阵，如， \mathbf{M}_{PDM} 的第 1 列为 $[x, y]$ ； \mathbf{M}_{PDM} 的第 2 列为向量 $[1, 0, 1, 0, \dots, 1, 0]$ ； \mathbf{M}_{PDM} 的第 3 列为向量 $[0, 1, 0, 1, \dots, 0, 1]$ ； \mathbf{M}_{PDM} 的第 4 列到最后一列为 PCA 基向量。求解参数 \mathbf{B} 时， $\mathbf{B} = (\mathbf{M}_{\text{PDM}})^{-1} \cdot [\mathbf{X}, \mathbf{Y}]$ ，其中 $(\mathbf{M}_{\text{PDM}})^{-1}$ 表示 \mathbf{M}_{PDM} 的伪逆矩阵。

相对于传统的约束条件， $[\mathbf{X}, \mathbf{Y}] = \mathbf{s} \cdot \mathbf{R} \cdot \left(\overline{[\mathbf{X}, \mathbf{Y}]} + \Phi \cdot \mathbf{B} \right) + \mathbf{T}$ ，其中， \mathbf{R} 表示旋转因子，可以表示为：

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} \cos \theta \cos \psi & \sin \phi \sin \theta \cos \psi - \cos \phi \sin \psi & \cos \phi \sin \theta \cos \psi + \sin \phi \sin \psi \\ \cos \theta \sin \psi & \sin \phi \sin \theta \sin \psi + \cos \phi \cos \psi & \cos \phi \sin \theta \sin \psi - \sin \phi \cos \psi \\ -\sin \theta & \sin \phi \cos \theta & \cos \phi \cos \theta \end{bmatrix}$$

其中， ϕ, θ, ψ 分别表示绕三维空间坐标中 X、Y、Z 轴旋转的角度。由于传

统约束条件中存在非线性因子 R，要求解该公式中的参数 B，需要使用复杂的算法求解，如梯度下降方法，其耗时严重，且无法保证为全局最优解。

基于本实施方式的动态线性点分布模型中，在进行联合约束时，无需进行旋转操作，约束条件中不存在非线性因子，因此，脸部关键点检测的效率高。

可以理解地，在其它实施例中，线性模型也可以为线性点分布模型即可，如此，可以达到使得确定各脸部关键点的效率得到进一步提升的同时，提高脸部关键点检测准确性的有益效果。

在其中一实施例中，基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点，包括：当待检测帧为非预设帧时，获取待检测帧的前序帧中分别包括各关键点的局部图像；基于前序帧及待检测帧中对应的局部图像，分别确定待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。

其中，预设帧可以为预先设置的帧，该预设帧可以为非关键帧或者首帧。其中，关键帧可以是指包括关键信息的视频帧，也可以是每隔预设数量帧或时间取到的一视频帧等。非预设帧即为关键帧、非首帧。首帧可以是指在动态场景中用于检测脸部关键点的第一帧。非首帧即为在动态场景中、用于检测脸部关键点的第一帧之后帧。前序帧为在待检测帧之前的任一帧，并且前序帧可以包括待检测帧之前的一个帧，也可以包括待检测帧之前的多个帧。另外，前序帧可以是与待检测帧连续的至少一帧。如，前序帧可以为待检测帧的前一帧。

在一种可能实现方式中，基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点，包括：当预设帧为首帧时，当待检测帧为非预设帧，也即待检测帧为非首帧，获取待检测帧的前序帧中分别包括各关键点的局部图像；基于前序帧及待检测帧中对应的局部图像，分别确定待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。其中，前序帧及待检测帧中对应的局部图像，为同一关键点对应的前序帧中的局部图像及待检测帧中的局部图像。

在一种可能实现方式中，基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点，包括：预设帧为非关键帧，当待检测帧为非预设帧且为非首帧时，获取待检测帧的前序帧中分别包括各关键点的局部图像；基于前序帧及待检测帧中对应的局部图像，分别确定待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。

其中，当待检测帧为非预设帧且为非首帧时，是指该待检测帧为关键帧，且该关键帧不是动态场景中的首帧。前序帧及待检测帧中对应的局部图像，为同一关键点对应的帧中的局部图像及待检测帧中的局部图像。

在本实施例中，当待检测帧为非预设帧时，结合待检测帧及其前序帧对应的局部图像，确定该待检测帧面部图像对应的关键点的候选点，也即确定该待检测帧的局部图像对应的关键点的候选点。前序帧及待检测帧中对应的局部图像，为同一关键点对应的帧中的局部图像及待检测帧中的局部图像。可以理解地，待检测帧的局部图像的数量大于1。该待检测帧的局部图像的数量可以与该待检测帧中面部关键点的数量相同。

前序帧的局部图像的确定方式，可以是采用预检测的方式预测关键点位置，根据该预测的关键点位置，进行局部图像提取，得到前序帧的局部图像；还可以是基于前序帧的面部关键点的检测结果，进行局部图像提取，得到前序帧的局部图像。其中，前序帧的面部关键点的检测结果，是采用本申请实施例提供的面部关键点检测方法对该前序帧进行检测得到的检测结果。

基于本实施例的面部关键点检测方法，在待检测帧为非预设帧时，结合待检测帧及其前序帧确定该待检测帧的局部图像对应的关键点的候选点，如此，可以确保在前序帧和待检测帧中关键点具有一致性。从而，可以提高动态场景中关键点的稳定性。当该面部关键点检测方法应用于上妆类应用时，能够提高在连续帧视频上人脸关键点检测的稳定性，改善了妆容抖动的问题。

在其中一实施例中，对各关键点的候选点进行联合约束，确定各面部关键点之后，还包括：基于各面部关键点进行局部图像提取，确定后一帧面部图像的前序帧中分别包括各关键点的局部图像。

其中，基于待检测帧的面部关键点，进行局部图像提取，可以确定该待检测帧的后一帧面部图像的前序帧（即当前的待检测帧）分别包括各关键点的局部图像，也即是，在采用本申请实施例提供的面部关键点检测方法，得到当前的待检测帧的面部关键点之后，根据得到的面部关键点，进行局部图像提取，得到包括各关键点的局部图像，之后，可以对下一待检测帧进行处理，因此，可以将得到的包括各关键点的局部图像作为下一待检测帧的前序帧的局部图像。如，若当前待检测帧为第N帧，N为自然数，则根据第N帧的各面部关键点，分别提取局部图像，得到第N+1帧的面部图像的前一帧中分别包括各关键

点的局部图像。采用同样的方式可以获得前 m 帧中分别包括各关键点的局部图像。 m 为小于 N 的自然数。

如此，提供一种相对于通过预检测方式，更为准确的确定前序帧中分别包括各关键点的局部图像的方式，从而，可以进一步提高关键点检测的准确性。

在其中一实施例中，基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点，包括：当待检测帧为预设帧时，基于待检测帧的各局部图像，分别确定待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。

也即，当待检测帧为预先设置的帧时，可以根据该待检测帧的各局部图像，分别确定待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。该预设帧可以为非关键帧或首帧。如此，可以在待检测帧为预设帧时，如当该待检测帧为首帧时没有前序帧，基于该待检测帧的各局部图像，分别确定该待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。

在其中一实施例中，基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点，包括：预设帧为首帧，当待检测帧为预设帧时，基于待检测帧的各局部图像，分别确定待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。由于待检测帧为首帧，因此该待检测帧没有前序帧，计算机设备可以根据待检测帧的各局部图像，分别确定待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。

在其中一实施例中，基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点，包括：预设帧为非关键帧，当待检测帧为预设帧时，基于待检测帧的各局部图像，分别确定待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。其中，非关键帧可以为未包括关键信息的视频帧，因此，可以简化对非关键帧的处理方式，可以仅基于非关键帧自身的各局部图像，获取各局部图像对应的关键点的候选点，减少了计算机设备的运算量。

在其中一具体实施例，如图 4、图 5 所示，采用训练好的神经网络模型，确定局部图像对应的关键点的候选点，并通过热量图的形式表示局部图像中各像素点作为关键点的概率，从而确定关键点的候选点。例如，每一个神经网络模型输入为一个 16×16 的局部图像，输出为 8×8 的热量图，中间包括两层卷积层和一层全连接层，卷积层的卷积核大小均为 5×5 ，卷积层中不作填充和池化，卷积层均采用 ReLU (The Rectified Linear Unit, 修正线性单元) 作为激活函数。热量图中像素值的大小表征该像素是关键点的概率的高低，像素值越大表明该

点是关键点的概率越高。该神经网络在训练时,神经网络的参数采用方差为 0.01、均值为 0 的高斯分布进行初始化,训练方法采用 SGD (Stochastic Gradient Descent, 随机梯度下降) 算法求解神经网络的参数,在每次迭代训练中反传误差为预测的热量图与标注的热量图之间的欧式距离。每个关键点的候选点的确定,采用相同的神经网络结构,但互相独立训练,因此,各脸部关键点对应的神经网络的参数各不相同。需要说明的是,训练采用的训练数据可以是公开的 300W 数据集和优图实验室标注的数据集。

在该具体实施例,如图 4、6 所示,当待检测帧为预设帧时,基于待检测帧的各局部图像,分别确定待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。如图 5、6 所示,当待检测帧为非预设帧时,获取待检测帧的前序帧中分别包括各关键点的局部图像;基于前一帧及待检测帧中对应的局部图像,分别确定待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。其中图 6 中上方的面部图像为预设帧的面部图像,下方的面部图像为非预设帧的面部图像。也即,当待检测帧为预设帧时,待检测脸部图像中每一个关键点的候选点的确定,是基于该待检测帧的一张局部图像确定的。当待检测帧为非预设帧时,待检测脸部图像中每一个关键点的候选点的确定,是联合该待检测帧的一张局部图像及前一帧的一张局部图像,总共两张局部图像确定的。

在其中一实施例中,待检测脸部图像为人脸图像,脸部关键点为人脸关键点。

人脸关键点(Facial Landmarks),是指人脸图像中具有五官语义的点的集合,例如眼角、眼皮中点、鼻尖、嘴角、轮廓等点的集合。

基于本实施例的脸部关键点检测方法,能够提高人脸关键点的确定效率,及准确性。

在其中一实施例中,基于各局部图像,分别确定各局部图像对应的关键点的候选点的方式包括:对每一局部图像,确定局部图像的热量图;该热量图包括对应的局部图像中各像素点作为关键点的概率;根据该热量图,确定局部图像对应的关键点的候选点。

可以通过热量图的形式来表示局部图像中,各像素点作为关键点的概率。该候选点可以为作为关键点的概率大于预设概率值的像素点。该预设概率值可

以为 0、0.1 等 0 至 1 区间内的任一数值。也即，可以根据该热量图确定局部图像对应的关键点的候选点。如果某个关键点存在遮挡、暗光等干扰因素，相应热量图中的热量值较低，但在联合约束时，将排查上述干扰因素。

由于热量图包含了关键点分布的概率信息，如果某个关键点存在遮挡、暗光等干扰因素，相应热量图中的热量值较低，因此，可以提高在侧脸、遮挡、暗光等特殊情况下关键点的检测准确性。当该脸部关键点检测方法应用于上妆类应用时，由于该方法可以提高在侧脸、遮挡、暗光等特殊情况下关键点的检测准确性，从而能够提高在侧脸、遮挡、暗光等特殊情况下上妆的准确性，改善妆容错位的问题。

在其中一实施例中，获取待检测脸部图像，包括：获取初始脸部图像；对初始脸部图像进行预处理，得到待检测脸部图像。

初始脸部图像可以为通过摄像头采集得到的、未经过加工处理的脸部图像。预处理可以包括旋正或/及缩放等操作，使得双眼瞳孔关键点处于同一水平线上，或/及，双眼瞳孔关键点的水平距离为预设值。旋正是指将脸部图像旋转至双眼瞳孔关键点处于同一水平线上。缩放是指将脸部图像进行放大或缩小的处理。预处理也可以包括获取初始脸部图像的纹理特征图像，或/及，对初始脸部图像进行脸部区域定位等操作。如此，可以进一步提升脸部关键点检测的效率。

在其中一实施例中，预处理包括：对初始脸部图像进行旋正，使得双眼瞳孔关键点处于水平线上；或/及，对初始脸部图像进行缩放，使得双眼瞳孔关键点的水平距离为预设值。该预设值为预先确定的双眼瞳孔关键点的水平距离值。如，可以为 160 像素。如此，可以进一步提升脸部关键点检测的效率。

在其中一实施例中，根据待检测脸部图像，确定待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像，包括：对待检测脸部图像进行脸部关键点的初始化；基于初始化结果确定待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像。

在本实施例中，对待检测脸部图像进行脸部关键点初始化的方式可以包括：当待检测脸部图像不存在前序帧脸部图像时，如可以是动态场景中的首帧，也可以独立的一张脸部图像，此时，可以根据平均脸部模型的关键点坐标，确定初始化关键点的初始化结果。该初始化结果可以为平均脸部模型的关键点坐标。

平均脸部模型的关键点坐标可以是对大量脸部模型进行分析之后，得到的各脸部关键点的平均位置坐标。当待检测脸部图像存在前序帧脸部图像时，可以根据前序帧的脸部图像的关键点坐标，确定初始化关键点的初始化结果。该初始化结果可以为前一帧脸部图像的关键点坐标。

可以理解地，在其它实施例中，也可以通过其它方式对待检测脸部图像进行脸部关键点初始化，如，通过预检测的方式对待检测脸部图像进行脸部关键点初始化。

基于初始化结果确定待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像，可以是将初始化结果作为对应的关键点的局部图像的中心位置，按预设大小进行图像提取，得到包含该关键点的局部图像。

如此，提供一种效率高的确定待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像的实施方式，从而，进一步提高脸部关键点的检测效率。

如图 7 所示，在一个具体实施例中，脸部关键点检测方法，方法应用于动态场景，包括：

获取初始脸部图像；对初始脸部图像进行旋正及缩放，使得双眼瞳孔关键点处于同一水平线上且双眼瞳孔关键点的水平距离为预设值，得到待检测脸部图像；待检测脸部图像为待检测帧的脸部图像；待检测脸部图像为人脸图像；

对待检测脸部图像进行脸部关键点的初始化；基于初始化结果确定待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像，该待检测脸部图像为待检测帧的脸部图像；

当待检测帧为非预设帧时，获取待检测帧的前序帧中分别包括各关键点的局部图像；基于前序帧及待检测帧中对应的局部图像，分别确定待检测脸部图像中各局部图像对应的热量图；

当待检测帧为预设帧时，基于待检测帧的各局部图像，分别确定待检测脸部图像中各局部图像对应的热量图；

基于动态线性点分布模型对各热量图进行联合约束，确定各脸部关键点，脸部关键点为人脸关键点；

基于各脸部关键点进行局部图像提取，确定后一帧脸部图像的前序帧中分别包括各关键点的局部图像。

基于本实施例的脸部关键点检测方法，能够提高脸部关键点的检测效率、

准确性及稳定性。

为了更清楚地说明上述脸部关键点检测方法的有益效果,请参阅图 8 和图 9。图 8 为当人脸的一侧脸部存在暗光情况时,采用现有技术的方式检测到该侧脸的眉毛区域、眼睛区域的关键点均有错乱,因此,在为对象进行“戴眼镜”的“上妆操作”时,眼镜佩戴的位置明显错乱。图 9 为采用本申请的实施方式检测到该存在暗光情况的侧脸的眉毛区域、眼睛区域的关键点准确,因此,在为对象进行“戴眼镜”的“上妆操作”时,眼镜佩戴的位置准确。

应该理解的是,虽然图 3、7 的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示,但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明,这些步骤的执行并没有严格的顺序限制,这些步骤可以以其它的顺序执行。而且,图 3、7 中的至少一部分步骤可以包括多个子步骤或者多个阶段,这些子步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成,而是可以在不同的时刻执行,这些子步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行,而是可以与其它步骤或者其它步骤的子步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

在一个实施例中,如图 10 所示,提供了一种脸部关键点检测装置,包括:
整体图像获取模块 802,用于获取待检测脸部图像,该待检测脸部图像为待检测帧的脸部图像;

局部图像确定模块 804,用于根据该待检测脸部图像,确定该待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像;

局部候选点确定模块 806,用于基于各局部图像,分别确定各局部图像对应的关键点的候选点;

整体关键点确定模块 808,用于对各关键点的候选点进行联合约束,确定各脸部关键点。

该脸部关键点检测装置,获取待检测脸部图像;根据该待检测脸部图像,确定该待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像;基于各局部图像,分别确定各局部图像对应的关键点的候选点;对各关键点的候选点进行联合约束,确定各脸部关键点。由于对整体的待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像,分别确定该局部图像中对应的关键点的候选点。可以降低计算量,提高关键点候选点的确定效率。从而,可以使得各脸部关键点的检测效率得到提升。

在其中一实施例中，整体关键点确定模块，用于基于线性模型对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。

在其中一实施例中，该线性模型为动态线性点分布模型。

在其中一实施例中，局部候选点确定模块，用于当该待检测帧为非预设帧时，获取该待检测帧的前序帧中分别包括各关键点的局部图像；基于该前序帧及该待检测帧中对应的局部图像，分别确定该待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。

在其中一实施例中，还包括前序局部图像确定模块，用于在整体关键点确定模块对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点之后，基于各该脸部关键点进行局部图像提取，确定后一帧脸部图像的前序帧中分别包括各关键点的局部图像。

在其中一实施例中，局部候选点确定模块，用于当该待检测帧为预设帧时，基于该待检测帧的各局部图像，分别确定该待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。

在其中一实施例中，该待检测脸部图像为人脸图像，该脸部关键点为人脸关键点。

在其中一实施例中，局部候选点确定模块，用于对每一局部图像，确定该局部图像的热量图；该热量图包括对应的局部图像中各像素点作为关键点的概率；

根据该热量图，确定该局部图像对应的关键点的候选点。

在其中一实施例中，整体图像获取模块，用于获取初始脸部图像；并对该初始脸部图像进行预处理，得到该待检测脸部图像。

在其中一实施例中，整体图像获取模块，还用于对该初始脸部图像进行旋转，使得双眼瞳孔关键点处于同一水平线上；或/及，对该初始脸部图像进行缩放，使得双眼瞳孔关键点的水平距离为预设值。

在其中一实施例中，局部候选点确定模块，用于对该待检测脸部图像进行脸部关键点的初始化；基于初始化结果确定该待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像。

在一个实施例中，提供了一种计算机设备，该计算机设备可以为服务器，该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器和网络接口。其中，该

计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统和计算机程序。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机程序被处理器执行时以实现一种脸部关键点检测方法。

在一个实施例中，提供了一种计算机设备，该计算机设备可以是终端。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器、网络接口、显示屏和输入装置。其中，该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统和计算机程序。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机程序被处理器执行时以实现一种脸部关键点检测方法。该计算机设备的显示屏可以是液晶显示屏或者电子墨水显示屏，该计算机设备的输入装置可以是显示屏上覆盖的触摸层，也可以是计算机设备外壳上设置的按键、轨迹球或触控板，还可以是外接的键盘、触控板或鼠标等。

在一个实施方式中，提供了一种计算机设备，该计算机设备可以是服务器或终端。该计算机设备，包括存储器和处理器，该存储器存储有计算机程序，该处理器执行该计算机程序时实现上述脸部关键点检测方法的步骤。

在其中一实施例中，该计算机设备，包括存储器和处理器，该存储器存储有计算机程序，该处理器执行该计算机程序时实现以下步骤：

获取待检测脸部图像，该待检测脸部图像为待检测帧的脸部图像；

根据该待检测脸部图像，确定该待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像；

基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点；

对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。

在其中一实施例中，该对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点，包括：

基于线性模型对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。

在其中一实施例中，该线性模型为动态线性点分布模型。

在其中一实施例中，该基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键

点的候选点，包括：

当该待检测帧为非预设帧时，获取该待检测帧的前序帧中分别包括各关键点的局部图像；

基于该前序帧及该待检测帧中对应的局部图像，分别确定该待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。

在其中一实施例中，该对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点之后，还包括：

基于各该脸部关键点进行局部图像提取，确定后一帧脸部图像的前序帧中分别包括各关键点的局部图像。

在其中一实施例中，该基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点，包括：

当该待检测帧为预设帧时，基于该待检测帧的各局部图像，分别确定该待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。

在其中一实施例中，该待检测脸部图像为人脸图像，该脸部关键点为人脸关键点。

在其中一实施例中，该基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点的方式包括：

对每一局部图像，确定该局部图像的热量图；该热量图包括对应的局部图像中各像素点作为关键点的概率；

根据该热量图，确定该局部图像对应的关键点的候选点。

在其中一实施例中，该获取待检测脸部图像，包括：

获取初始脸部图像；

对该初始脸部图像进行预处理，得到该待检测脸部图像。

在其中一实施例中，该预处理包括：

对该初始脸部图像进行旋正，使得双眼瞳孔关键点处于同一水平线上；

或/及，

对该初始脸部图像进行缩放，使得双眼瞳孔关键点的水平距离为预设值。

在其中一实施例中，该根据该待检测脸部图像，确定该待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像，包括：

对该待检测脸部图像进行脸部关键点的初始化；

基于初始化结果确定该待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像。

在其中一实施方式中，提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现上述脸部关键点检测方法的步骤。

在其中一实施例中，提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现以下步骤：

获取待检测脸部图像，该待检测脸部图像为待检测帧的脸部图像；

根据该待检测脸部图像，确定该待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像；

基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点；

对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。

在其中一实施例中，该对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点，包括：

基于线性模型对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。

在其中一实施例中，该线性模型为动态线性点分布模型。

在其中一实施例中，该基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点，包括：

当该待检测帧为非预设帧时，获取该待检测帧的前序帧中分别包括各关键点的局部图像；

基于该前序帧及该待检测帧中对应的局部图像，分别确定该待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。

在其中一实施例中，该对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点之后，还包括：

基于各该脸部关键点进行局部图像提取，确定后一帧脸部图像的前序帧中分别包括各关键点的局部图像。

在其中一实施例中，该基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点，包括：

当该待检测帧为预设帧时，基于该待检测帧的各局部图像，分别确定该待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。

在其中一实施例中，该待检测脸部图像为人脸图像，该脸部关键点为人脸关键点。

在其中一实施例中，该基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键

点的候选点的方式包括:

对每一局部图像, 确定该局部图像的热量图; 该热量图包括对应的局部图像中各像素点作为关键点的概率;

根据该热量图, 确定该局部图像对应的关键点的候选点。

在其中一实施例中, 该获取待检测脸部图像, 包括:

获取初始脸部图像;

对该初始脸部图像进行预处理, 得到该待检测脸部图像。

在其中一实施例中, 该预处理包括:

对该初始脸部图像进行旋正, 使得双眼瞳孔关键点处于同一水平线上;

或/及,

对该初始脸部图像进行缩放, 使得双眼瞳孔关键点的水平距离为预设值。

在其中一实施例中, 该根据该待检测脸部图像, 确定该待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像, 包括:

对该待检测脸部图像进行脸部关键点的初始化;

基于初始化结果确定该待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像。

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

以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合, 为使描述简洁, 未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述, 然而, 只要这些技术特

征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

权利要求书

- 1、一种脸部关键点检测方法，应用于计算机设备，所述方法包括：
获取待检测脸部图像，所述待检测脸部图像为待检测帧的脸部图像；
根据所述待检测脸部图像，确定所述待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像；
基于各局部图像，分别确定各所述局部图像对应的关键点的候选点；
对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。
- 2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点，包括：
基于线性模型对各所述关键点的候选点进行联合约束，确定各所述脸部关键点。
- 3、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点，包括：
当所述待检测帧为非预设帧时，获取所述待检测帧的前序帧中分别包括各关键点的局部图像；
基于所述前序帧及所述待检测帧中对应的局部图像，分别确定所述待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。
- 4、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点之后，还包括：
基于各所述脸部关键点进行局部图像提取，确定后一帧脸部图像的前序帧中分别包括各关键点的局部图像。
- 5、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点，包括：
当所述待检测帧为预设帧时，基于所述待检测帧的各局部图像，分别确定所述待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。
- 6、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述待检测脸部图像为人脸图像，所述脸部关键点为人脸关键点。
- 7、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点的方式包括：

对每一局部图像，确定所述局部图像的热量图；所述热量图包括对应的局部图像中各像素点作为关键点的概率；

根据所述热量图，确定所述局部图像对应的关键点的候选点。

8、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述获取待检测脸部图像，包括：

获取初始脸部图像；

对所述初始脸部图像进行预处理，得到所述待检测脸部图像。

9、根据权利要求8所述的方法，其特征在于，所述预处理包括：

对所述初始脸部图像进行旋正，使得双眼瞳孔关键点处于同一水平线上；
或/及，

对所述初始脸部图像进行缩放，使得双眼瞳孔关键点的水平距离为预设值。

10、根据权利要求9所述的方法，其特征在于，所述根据所述待检测脸部图像，确定所述待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像，包括：

对所述待检测脸部图像进行脸部关键点的初始化；

基于初始化结果确定所述待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像。

11、一种脸部关键点检测装置，所述装置包括：

整体图像获取模块，用于获取待检测脸部图像，所述待检测脸部图像为待检测帧的脸部图像；

局部图像确定模块，用于根据所述待检测脸部图像，确定所述待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像；

局部候选点确定模块，用于基于各局部图像，分别确定各局部图像对应的关键点的候选点；

整体关键点确定模块，用于对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点。

12、根据权利要求11所述的装置，其特征在于，所述整体关键点确定模块，用于基于线性模型对各所述关键点的候选点进行联合约束，确定各所述脸部关键点。

13、根据权利要求11所述的装置，其特征在于，所述局部候选点确定模块，用于当所述待检测帧为非预设帧时，获取所述待检测帧的前序帧中分别包括各

关键点的局部图像；基于所述前序帧及所述待检测帧中对应的局部图像，分别确定所述待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。

14、根据权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

前序局部图像确定模块，用于在整体关键点确定模块对各关键点的候选点进行联合约束，确定各脸部关键点之后，基于各所述脸部关键点进行局部图像提取，确定后一帧脸部图像的前序帧中分别包括各关键点的局部图像。

15、根据权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述局部候选点确定模块，用于当所述待检测帧为预设帧时，基于所述待检测帧的各局部图像，分别确定所述待检测脸部图像中各局部图像对应的关键点的候选点。

16、根据权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述待检测脸部图像为人脸图像，所述脸部关键点为人脸关键点。

17、根据权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述局部候选点确定模块，用于对每一局部图像，确定所述局部图像的热量图；所述热量图包括对应的局部图像中各像素点作为关键点的概率；根据所述热量图，确定所述局部图像对应的关键点的候选点。

18、根据权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述整体图像获取模块，用于获取初始脸部图像；对所述初始脸部图像进行预处理，得到所述待检测脸部图像。

19、根据权利要求 18 所述的装置，其特征在于，所述整体图像获取模块，还用于对所述初始脸部图像进行旋正，使得双眼瞳孔关键点处于同一水平线上；或/及，对所述初始脸部图像进行缩放，使得双眼瞳孔关键点的水平距离为预设值。

20、根据权利要求 19 所述的装置，其特征在于，所述局部候选点确定模块，用于对所述待检测脸部图像进行脸部关键点的初始化；基于初始化结果确定所述待检测脸部图像中分别包括各关键点的局部图像。

21、一种计算机设备，包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求 1-10 任意一项所述的方法的步骤。

22、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，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 1-10 任意一项所述的方法的步骤。

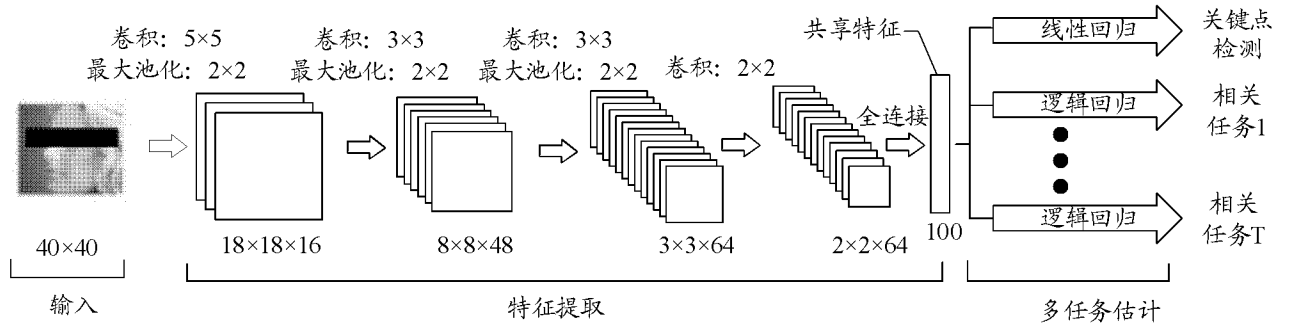


图 1

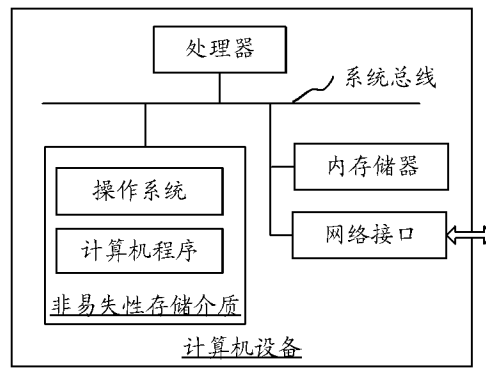


图 2

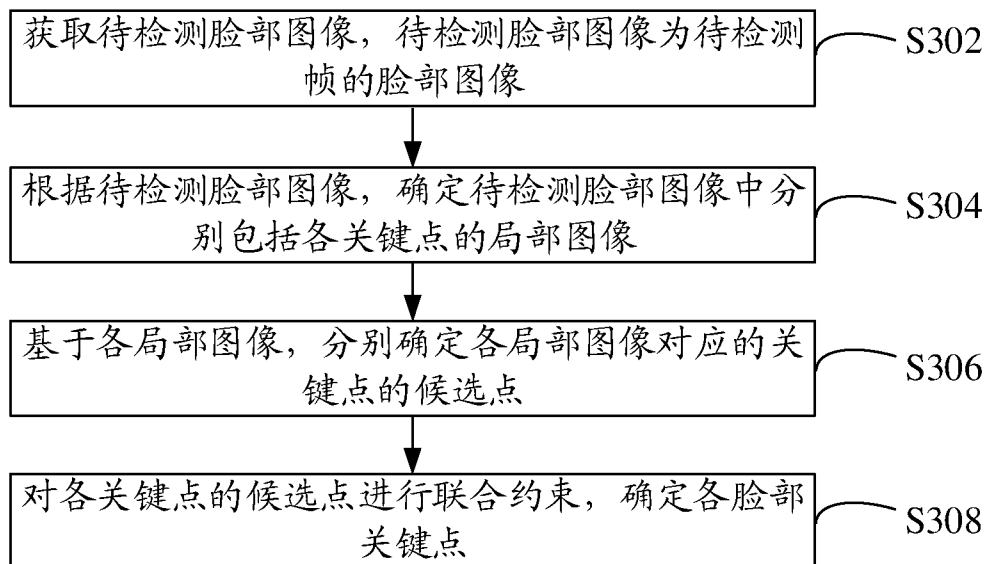


图 3

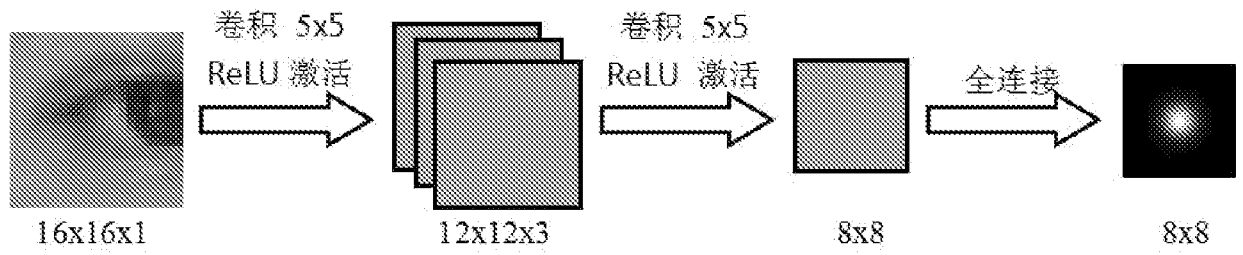


图 4

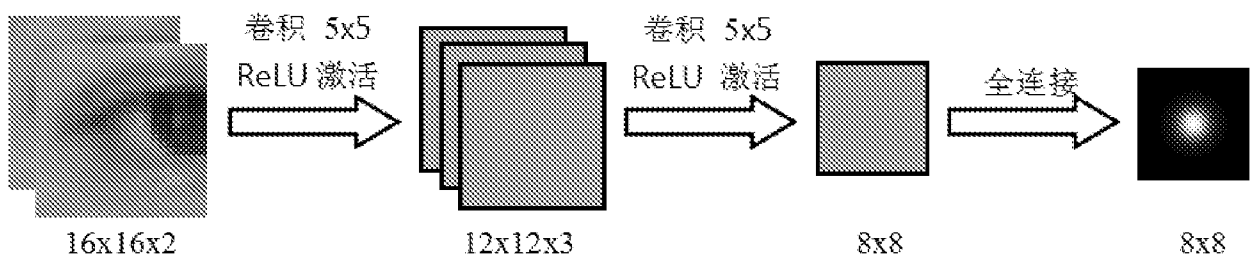


图 5

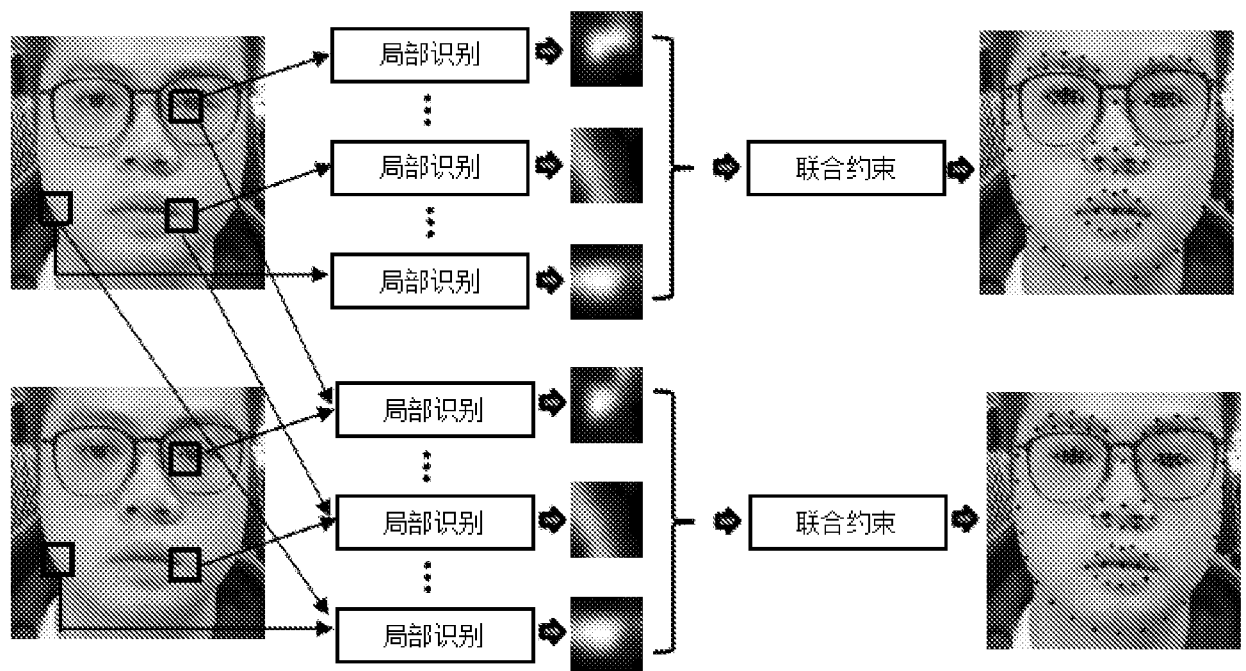


图 6

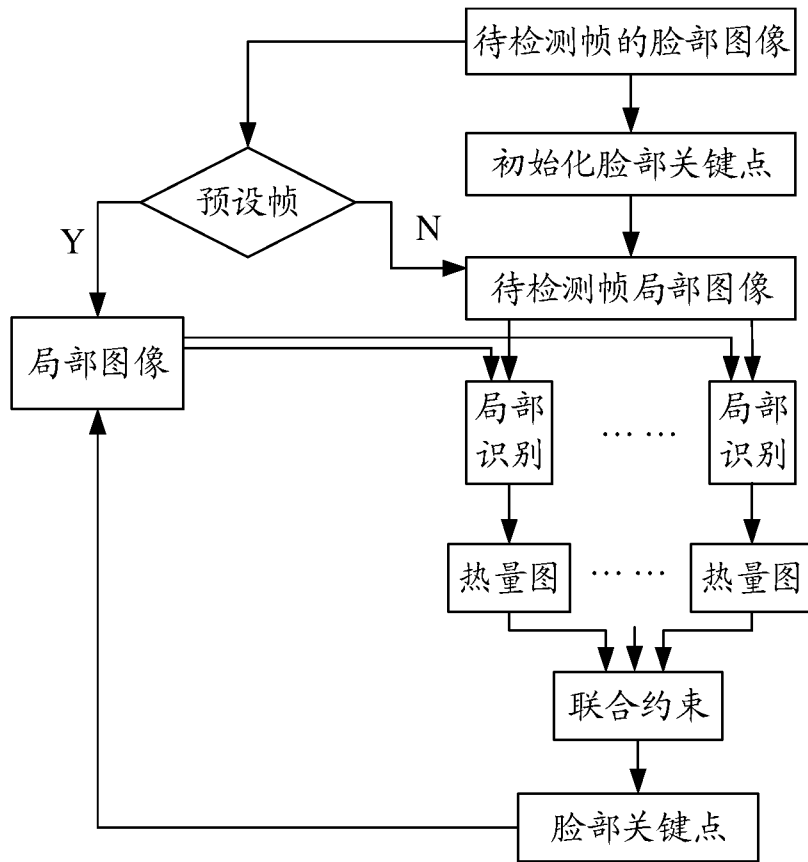


图 7

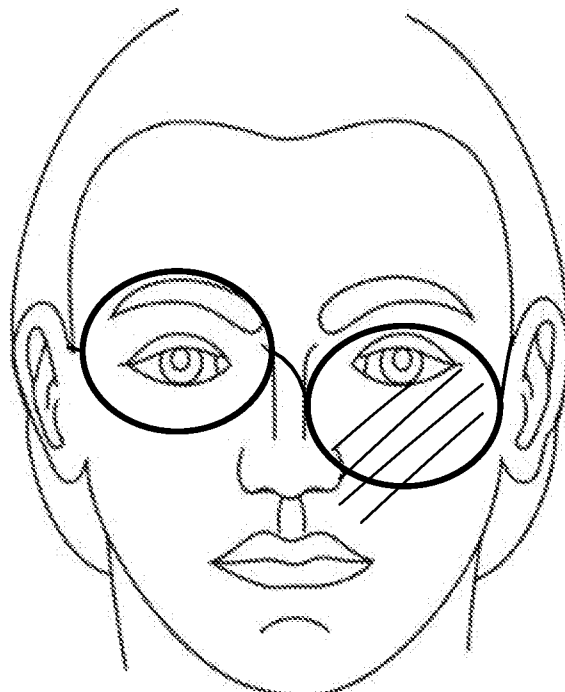


图 8

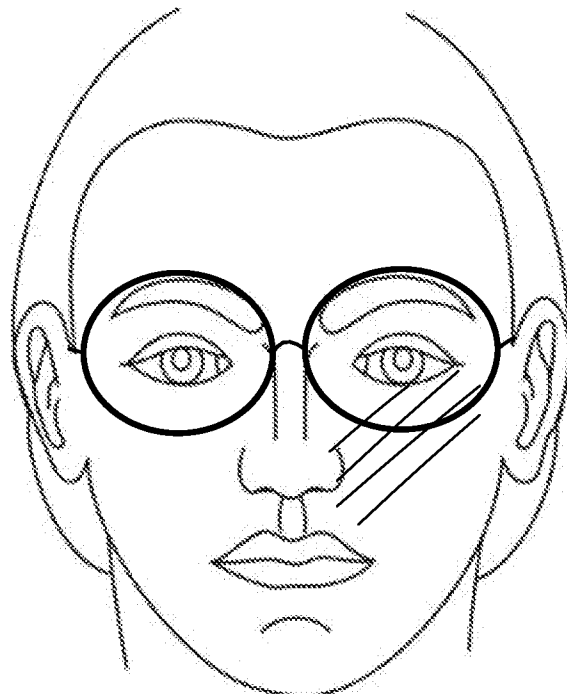


图 9

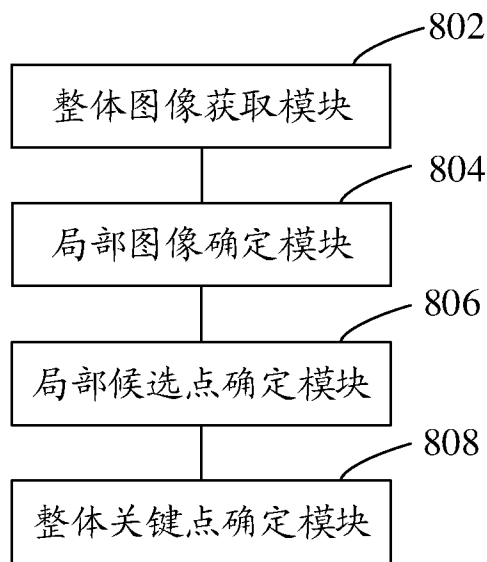


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/121237

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
|--|--|--|
| G06K 9/00(2006.01)i | | |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED | | |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) | | |
| G06K | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) | | |
| CNABS; CNKI; DWPI; SIPOABS: 约束, 脸, 确定, 联合约束, 检测, 候选, 识别, 条件, 局部, 关键点, facial, face, key, point, detect+, image, determin+ | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| PX | CN 109492531 A (CLOUDMINDS (SHENZHEN) ROBOTICS SYSTEMS CO., LTD.) 19 March 2019 (2019-03-19) entire document | 1-22 |
| PX | CN 109657583 A (TENCENT TECHNOLOGY SHENZHEN CO., LTD.) 19 April 2019 (2019-04-19) entire document | 1-22 |
| A | CN 106845377 A (BEIJING XIAOMI MOBILE SOFTWARE CO., LTD.) 13 June 2017 (2017-06-13) entire document | 1-22 |
| A | CN 106991388 A (INSTITUTE OF AUTOMATION, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 28 July 2017 (2017-07-28) entire document | 1-22 |
| A | CN 107945219 A (XIANGCHUANG TECHNOLOGY (BEIJING) CO., LTD.) 20 April 2018 (2018-04-20) entire document | 1-22 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 | | Date of mailing of the international search report |
| 21 February 2020 | | 03 March 2020 |
| Name and mailing address of the ISA/CN | | Authorized officer |
| China National Intellectual Property Administration No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China | | |
| Facsimile No. (86-10)62019451 | | Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/121237

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | | | Publication date (day/month/year) |
|--|-----------|---|-----------------------------------|-------------------------|-----------|---|-----------------------------------|
| CN | 109492531 | A | 19 March 2019 | None | | | |
| CN | 109657583 | A | 19 April 2019 | None | | | |
| CN | 106845377 | A | 13 June 2017 | None | | | |
| CN | 106991388 | A | 28 July 2017 | None | | | |
| CN | 107945219 | A | 20 April 2018 | CN | 107945219 | B | 03 December 2019 |

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/121237

| <p>A. 主题的分类</p> <p>G06K 9/00 (2006.01) i</p> <p>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</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-----|-------------------|---------|----|---|------|----|---|------|---|---|------|---|--|------|---|---|------|
| <p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G06K</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNABS;CNKI;DWPI;SIPOABS:约束, 脸, 确定, 联合约束, 检测, 候选, 识别, 条件, 局部, 关键点, facial, face, key, point, detect+, image, determin+</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109492531 A (深圳前海达闼云端智能科技有限公司) 2019年 3月 19日 (2019 - 03 - 19) 全文</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109657583 A (腾讯科技深圳有限公司) 2019年 4月 19日 (2019 - 04 - 19) 全文</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106845377 A (北京小米移动软件有限公司) 2017年 6月 13日 (2017 - 06 - 13) 全文</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106991388 A (中国科学院自动化研究所) 2017年 7月 28日 (2017 - 07 - 28) 全文</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107945219 A (翔创科技北京有限公司) 2018年 4月 20日 (2018 - 04 - 20) 全文</td> <td>1-22</td> </tr> </tbody> </table> | | | 类型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | PX | CN 109492531 A (深圳前海达闼云端智能科技有限公司) 2019年 3月 19日 (2019 - 03 - 19) 全文 | 1-22 | PX | CN 109657583 A (腾讯科技深圳有限公司) 2019年 4月 19日 (2019 - 04 - 19) 全文 | 1-22 | A | CN 106845377 A (北京小米移动软件有限公司) 2017年 6月 13日 (2017 - 06 - 13) 全文 | 1-22 | A | CN 106991388 A (中国科学院自动化研究所) 2017年 7月 28日 (2017 - 07 - 28) 全文 | 1-22 | A | CN 107945219 A (翔创科技北京有限公司) 2018年 4月 20日 (2018 - 04 - 20) 全文 | 1-22 |
| 类型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PX | CN 109492531 A (深圳前海达闼云端智能科技有限公司) 2019年 3月 19日 (2019 - 03 - 19) 全文 | 1-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PX | CN 109657583 A (腾讯科技深圳有限公司) 2019年 4月 19日 (2019 - 04 - 19) 全文 | 1-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | CN 106845377 A (北京小米移动软件有限公司) 2017年 6月 13日 (2017 - 06 - 13) 全文 | 1-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | CN 106991388 A (中国科学院自动化研究所) 2017年 7月 28日 (2017 - 07 - 28) 全文 | 1-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | CN 107945219 A (翔创科技北京有限公司) 2018年 4月 20日 (2018 - 04 - 20) 全文 | 1-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2020年 2月 21日</p> | | <p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2020年 3月 3日</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p> | | <p>受权官员</p> <p>马驰</p> <p>电话号码 62412168</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/121237

| 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 | 109492531 | A | 2019年 3月 19日 | 无 | |
| CN | 109657583 | A | 2019年 4月 19日 | 无 | |
| CN | 106845377 | A | 2017年 6月 13日 | 无 | |
| CN | 106991388 | A | 2017年 7月 28日 | 无 | |
| CN | 107945219 | A | 2018年 4月 20日 | CN 107945219 | B 2019年 12月 3日 |