

(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
2023 年 2 月 2 日 (02.02.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/005164 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06K 9/00 (2022.01) **G06N 3/04 (2006.01)**
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/072184
- (22) 国际申请日: 2022 年 1 月 14 日 (14.01.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202110866863.7 2021 年 7 月 29 日 (29.07.2021) CN
- (71) 申请人: 平安科技 (深圳) 有限公司 (PING AN TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) [CN/CN];
中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518057 (CN)。

- (72) 发明人: 胡魁(HU, Kui); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518057 (CN)。 戴磊(DAI, Lei); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518057 (CN)。 刘玉宇(LIU, Yuyu); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518057 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳市力道知识产权代理事务所 (普通合伙) (SHENZHEN LIDAO INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY (GENERAL PARTNERSHIP)); 中国广东省深圳市福田区园岭街道八卦一路 50 号鹏基商务时空大厦 1718, Guangdong 518000 (CN)。

(54) Title: FACE KEY POINT DETECTION METHOD AND APPARATUS, DEVICE, AND COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 人脸关键点检测方法、装置、设备及计算机可读存储介质

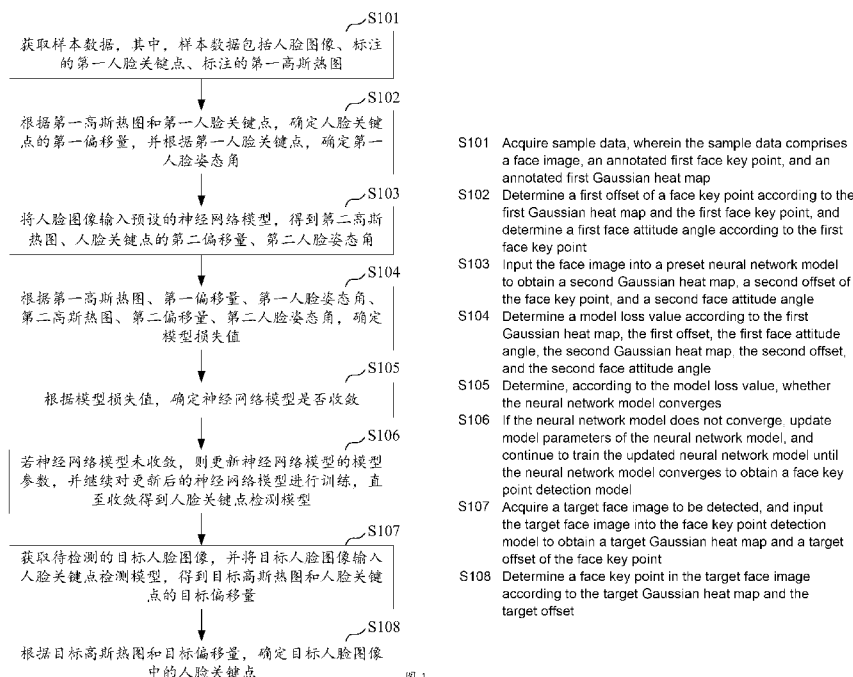


图 1

(57) Abstract: The present application relates to the field of face recognition in artificial intelligence, and provides a face key point detection method, comprising: determining a first offset of a face key point according to a first Gaussian heat map and a first face key point, and determining a first face attitude angle according to the first face key point; inputting a face image into a neural network model to obtain a second Gaussian heat map, a second offset of the face key point, and a second face attitude angle; determining a model loss value according to the first Gaussian heat map, the first offset, the first face attitude angle, the second Gaussian heat map, the second

(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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))。

offset, and the second face attitude angle; determining, according to the model loss value, whether the neural network model converges; and if the neural network model does not converge, updating model parameters, and continuing to train the updated neural network model. According to the method, the accuracy of detection for a face key point is improved. The present application also relates to blockchain technology, and the neural network model and sample data is stored in a blockchain.

(57) 摘要: 本申请涉及人工智能中的人脸识别领域, 提供一种人脸关键点检测方法, 包括: 根据第一高斯热图和第一人脸关键点确定人脸关键点的第一偏移量, 并根据第一人脸关键点确定第一人脸姿态角; 将人脸图像输入神经网络模型, 得到第二高斯热图、人脸关键点的第二偏移量、第二人脸姿态角; 根据第一高斯热图、第一偏移量、第一人脸姿态角、第二高斯热图、第二偏移量、第二人脸姿态角确定模型损失值; 根据模型损失值, 确定神经网络模型是否收敛; 若未收敛, 则更新模型参数, 并继续对更新后的神经网络模型进行训练。该方法提高了人脸关键点的检测准确性。本申请还涉及区块链技术, 上述神经网络模型和样本数据可存储在区块链中。

人脸关键点检测方法、装置、设备及计算机可读存储介质

本申请要求于2021年7月29日提交中国专利局、申请号为2021108668637、发明名称为“人脸关键点检测方法、装置、设备及计算机可读存储介质”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

本申请涉及人脸识别领域，尤其涉及一种人脸关键点检测方法、装置、设备及计算机可读存储介质。

背景技术

人脸关键点检测是人脸识别和分析领域中的关键一步，它是自动人脸识别、表情分析、三维人脸重建及三维动画等其它人脸相关问题的前提和突破口。目前，主流的人脸关键点检测算法有两种：一种是使用全连接层直接回归人脸关键点。另外一种是使用高斯核生成热图作为标签进行训练，预测时同样生成热图，并根据生成的热图峰值的索引，确定人脸关键点。然而，发明人意识到基于上述两种人脸关键点检测算法，无法保证检测到的人脸关键点的准确性。因此，如何提高人脸关键点的检测准确性是目前亟待解决的问题。

发明内容

本申请实施例提供一种人脸关键点检测方法、装置、设备及计算机可读存储介质，旨在提高人脸关键点的检测准确性。

第一方面，本申请实施例提供一种人脸关键点检测方法，包括：

获取样本数据，其中，所述样本数据包括人脸图像、标注的第一人脸关键点、标注的第一高斯热图；

根据所述第一高斯热图和所述第一人脸关键点，确定人脸关键点的第一偏移量，并根据所述第一人脸关键点，确定第一人脸姿态角；

将所述人脸图像输入预设的神经网络模型，得到第二高斯热图、人脸关键点的第二偏移量、第二人脸姿态角；

根据所述第一高斯热图、所述第一偏移量、所述第一人脸姿态角、第二高斯热图、所述第二偏移量、所述第二人脸姿态角，确定模型损失值；

根据所述模型损失值，确定所述神经网络模型是否收敛；

若所述神经网络模型未收敛，则更新所述神经网络模型的模型参数，并继续对更新后的神经网络模型进行训练，直至收敛得到人脸关键点检测模型；

获取待检测的目标人脸图像，并将所述目标人脸图像输入所述人脸关键点检测模型，得到目标高斯热图和人脸关键点的目标偏移量；

根据所述目标高斯热图和所述目标偏移量，确定所述目标人脸图像中的人脸关键点。

第二方面，本申请实施例还提供一种人脸关键点检测装置，所述人脸关键点检测装置包括：

获取模块，用于获取样本数据，其中，所述样本数据包括人脸图像、标注的第一人脸关键点、标注的第一高斯热图；

确定模块，用于根据所述第一高斯热图和所述第一人脸关键点，确定人脸关键点的第一偏移量，并根据所述第一人脸关键点，确定第一人脸姿态角；

训练模块，用于将所述人脸图像输入预设的神经网络模型，得到第二高斯热图、人脸

关键点的第二偏移量、第二人脸姿态角；

所述训练模块，还用于根据所述第一高斯热图、所述第一偏移量、所述第一人脸姿态角、第二高斯热图、所述第二偏移量、所述第二人脸姿态角，确定模型损失值；

所述训练模块，还用于根据所述模型损失值，确定所述神经网络模型是否收敛；

5 所述训练模块，还用于若所述神经网络模型未收敛，则更新所述神经网络模型的模型参数，并继续对更新后的神经网络模型进行训练，直至收敛得到人脸关键点检测模型；

关键点检测模块，用于获取待检测的目标人脸图像，并将所述目标人脸图像输入所述人脸关键点检测模型，得到目标高斯热图和人脸关键点的目标偏移量；

10 所述关键点检测模块，还用于根据所述目标高斯热图和所述目标偏移量，确定所述目标人脸图像中的人脸关键点。

第三方面，本申请实施例还提供一种计算机设备，所述计算机设备包括处理器、存储器、以及存储在所述存储器上并可被所述处理器执行的计算机程序，其中所述计算机程序被所述处理器执行时，实现如上所述的人脸关键点检测方法的步骤。

15 第四方面，本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序，其中所述计算机程序被处理器执行时，实现如上所述的人脸关键点检测方法的步骤。

20 本申请实施例提供一种人脸关键点检测方法、装置、设备及计算机可读存储介质，通过结合高斯热图、人脸关键点的偏移量以及人脸姿态角来对神经网络模型进行迭代训练，得到人脸关键点检测模型，可以提高人脸关键点检测模型的准确性和精度，使得在将待检测的目标人脸图像输入该人脸关键点检测模型后，可以得到准确的目标高斯热图和人脸关键点的目标偏移量，最后结合目标高斯热图和目标偏移量，确定目标人脸图像中的人脸关键点，可以极大地提高人脸关键点的检测准确性。

附图说明

25 为了更清楚地说明本申请实施例技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1是本申请实施例提供的一种人脸关键点检测方法的流程示意图；

图2是本申请实施例提供的神经网络模型的一层级结构示意图；

30 图3是图1中的人脸关键点检测方法的子步骤流程示意图；

图4是本申请实施例提供的人脸关键点检测模型的一层级结构示意图；

图5是本申请实施例提供的一种人脸关键点检测装置的示意性框图；

图6是图5中的人脸关键点检测装置的子模块的示意性框图；

图7是本申请实施例提供的一种计算机设备的结构示意图。

35 本申请目的的实现、功能特点及优点将结合实施例，参阅附图做进一步说明。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请40 中的实施例，本领域普通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，都属于本申请保护的范围。

附图中所示的流程图仅是示例说明，不是必须包括所有的内容和操作/步骤，也不是必须按所描述的顺序执行。例如，有的操作/步骤还可以分解、组合或部分合并，因此实际执行的顺序有可能根据实际情况改变。

45 人工智能基础技术一般包括如传感器、专用人工智能芯片、云计算、分布式存储、大数据处理技术、操作/交互系统、机电一体化等技术。人工智能软件技术主要包括计算机视

觉技术、机器人技术、生物识别技术、语音处理技术、自然语言处理技术以及机器学习/深度学习等几大方向。

本申请实施例提供一种人脸关键点检测方法、装置、设备及计算机可读存储介质。其中，该人脸关键点检测方法可应用于终端设备或服务器，该终端设备可以手机、平板电脑、笔记本电脑、台式电脑、个人数字助理和穿戴式设备等，服务器可以是独立的服务器，也可以是提供云服务、云数据库、云计算、云函数、云存储、网络服务、云通信、中间件服务、域名服务、安全服务、内容分发网络(Content Delivery Network, CDN)、以及大数据和人工智能平台等基础云计算服务的云服务器。

下面结合附图，对本申请的一些实施方式作详细说明。在不冲突的情况下，下述的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

请参阅图 1，图 1 是本申请实施例提供的一种人脸关键点检测方法的流程示意图。

如图 1 所示，该人脸关键点检测方法可以包括步骤 S101 至步骤 S108。

步骤 S101、获取样本数据，其中，样本数据包括人脸图像、标注的第一人脸关键点、标注的第一高斯热图。

其中，第一人脸关键点的数量可以基于实际情况进行设置，本实施例对此不做具体限定。例如，第一人脸关键点的数量可以为 68 个、96 个、98 个、106 个、186 个等。

步骤 S102、根据第一高斯热图和第一人脸关键点，确定人脸关键点的第一偏移量，并根据第一人脸关键点，确定第一人脸姿态角。

示例性的，从第一高斯热图中获取人脸关键点的第一坐标信息，并获取第一人脸关键点的第二坐标信息；确定第一坐标信息与第二坐标信息之间的偏移量，得到人脸关键点的第一偏移量。

其中，人脸关键点的第一偏移量包括 x 轴偏移量和 y 轴偏移量。例如，人脸关键点的第一坐标信息为 (x_i, y_i) ，第一人脸关键点的第二坐标信息为 (x_{gt}, y_{gt}) ，则第 i 个人脸关键点的 x 轴偏移量为 $x_{gt} - x_i$ ，第 i 个人脸关键点的 y 轴偏移量为 $y_{gt} - y_i$ 。

示例性的，从第一高斯热图中获取人脸关键点的第一坐标信息可以包括：将第一高斯热图中像素值最大的像素点确定为人脸关键点；从第一高斯热图中获取人脸关键点的像素坐标，从而得到人脸关键点的第一坐标信息。

示例性的，根据第一人脸关键点，确定第一人脸姿态角的方式可以为：将多个第一人脸关键点输入预设的人脸姿态角检测模型，得到第一人脸姿态角。其中，人脸姿态角检测模型是基于人脸关键点和标注的人脸姿态角对神经网络模型进行训练迭代得到的，该神经网络模型可以包括卷积神经网络模型、循环神经网络模型、循环卷积神经网络模型等。

步骤 S103、将人脸图像输入预设的神经网络模型，得到第二高斯热图、人脸关键点的第二偏移量、第二人脸姿态角。

示例性的，预设的神经网络模型包括偏移量预测子网络、人脸姿态角预测子网络和高斯热图生成子网络，可以理解的是，偏移量预测子网络、人脸姿态角预测子网络和高斯热图生成子网络的具体层级结构可基于实际情况进行设置，本实施例对此不做具体限定。其中，神经网络模型可存储于区块链中，以提高神经网络模型的安全性。

例如，如图 2 所示，人脸姿态角预测子网络 11 包括第一卷积层、第二卷积层、第三卷积层和第一全连接层，且第一卷积层与第二卷积层连接、第二卷积层与第三卷积层连接、第三卷积层与第一全连接层连接，偏移量预测子网络 12 包括第一卷积层、第二卷积层、第四卷积层和第二全连接层，且第二卷积层与第四卷积层连接，第四卷积层与第二全连接层连接，高斯热图生成子网络 13 包括第一卷积层、第二卷积层、第四卷积层，也即偏移量预测子网络、人脸姿态角预测子网络和高斯热图生成子网络可以共用一个或多个卷积层。

示例性的，将人脸图像输入预设的神经网络模型，得到第二高斯热图、人脸关键点的第二偏移量、第二人脸姿态角的方式可以为：将人脸图像输入第一卷积层进行卷积处理，

得到第一特征图；将第一特征图输入第二卷积层进行卷积处理，得到第二特征图；将第二特征图分别输入第三卷积层和第四卷积层进行卷积处理，由第三卷积层输出第三特征图，由第四卷积层输出第四特征图和第二高斯热图；将第三特征图输入第一全连接层，得到第二人脸姿态角；将第四特征图输入第二全连接层，得到人脸关键点的第二偏移量。

5 步骤 S104、根据第一高斯热图、第一偏移量、第一人脸姿态角、第二高斯热图、第二偏移量、第二人脸姿态角，确定模型损失值。

通过综合考虑第一高斯热图、第一偏移量、第一人脸姿态角、第二高斯热图、第二偏移量、第二人脸姿态角来确定模型损失值，可以提高模型的精度和保证模型前向推理的速度。

10 在一实施例中，如图 3 所示，步骤 S104 包括：子步骤 S1041 至子步骤 S1044。

子步骤 S1041，根据第一人脸姿态角、第二人脸姿态角、第一偏移量和第二偏移量，确定第一损失值。

15 示例性的，根据第一人脸姿态角、第二人脸姿态角，确定第一候选损失值；根据第一偏移量和第二偏移量，确定第二候选损失值；对第一候选损失值与第二候选损失值进行乘法运算，得到第一损失值。

20 示例性的，确定第一候选损失值的方式可以为：确定第一人脸姿态角与第二人脸姿态角之间的姿态角差值，其中，该姿态角差值包括俯仰角差值、偏航角差值和翻滚角差值；确定俯仰角差值的第一余弦值、偏航角差值的第二余弦值和翻滚角差值的第三余弦值；确定第一余弦值、第二余弦值和第三余弦值的平均余弦值，并用 1 减去该平均余弦值，得到第一候选损失值。

25 示例性的，确定第二候选损失值的方式可以为：确定第一偏移量与第二偏移量的差值的绝对值，得到偏移量差值；若该偏移量差值小于 1，则确定偏移量差值的平方值的二分之一，得到人脸关键点对应的损失值；若该偏移量差值大于或等于 1，则计算该偏移量差值与 0.5 之间的差值，得到人脸关键点对应的损失值；累加每个人脸关键点的损失值，得到总损失值，并用该总损失值除人脸关键点数量，得到第二候选损失值。

例如，第一损失值可以通过以下第一损失函数确定：

$$L_1 = (1 - \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 \cos(\theta_j - \hat{\theta}_j)) \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left\{ \begin{array}{ll} \frac{1}{2} (\delta_i - \hat{\delta}_i)^2 & \text{if } |\delta_i - \hat{\delta}_i| < 1 \\ |\delta_i - \hat{\delta}_i| - \frac{1}{2} & \text{otherwise} \end{array} \right\},$$

30 其中， θ_j 为第一人脸姿态角，即 θ_1 为第一人脸姿态角中的俯仰角， θ_2 为第一人脸姿态角中的偏航角， θ_3 为第一人脸姿态角中的横滚角， $\hat{\theta}_j$ 为第二人脸姿态角，即 $\hat{\theta}_1$ 为第二人脸姿态角中的俯仰角， $\hat{\theta}_2$ 为第二人脸姿态角中的偏航角， $\hat{\theta}_3$ 为第二人脸姿态角中的横滚角，m 为人脸关键点数量， δ_i 为人脸关键点 i 的第一偏移量， $\hat{\delta}_i$ 为人脸关键点 i 的第二偏移量。

子步骤 S1042、根据第一高斯热图和第二高斯热图，确定第二损失值。

35 示例性的，确定第一高斯热图中的每个像素点与第二高斯热图中的对应像素点之间的像素值差值，并确定该像素值差值的平方值；累加每个像素点对应的像素值差值的平方值，得到总像素值，并统计第一高斯热图中的像素点的个数，得到总像素点个数，并用总像素值除总像素点个数，得到第二损失值。

例如，第二损失值可以通过以下第二损失函数确定：

$$L_2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (v_i - \hat{v}_i)^2,$$

40 其中，N 为总像素点个数， v_i 为第一高斯热图中的第 i 个像素点的像素值， $\hat{v}_i$ 为第二高斯热图中的第 i 个像素点的像素值。

子步骤 S1043、根据第一人脸姿态角和第二人脸姿态角，确定第三损失值。

示例性的，确定第一人脸姿态角与第二人脸姿态角之间的姿态角差值，其中，该姿态角差值包括俯仰角差值、偏航角差值和翻滚角差值；若姿态角差值的绝对值小于 1，则将姿态角差值的平方值的二分之一确定为姿态角损失值，其中，姿态角损失值包括俯仰角损失值、偏航角损失值和翻滚角损失值；若姿态角差值的绝对值大于或等于 1，则用姿态角差值的绝对值减去 0.5，得到姿态角损失值；根据俯仰角损失值、偏航角损失值和翻滚角损失值，确定平均损失值，并将该平均损失值确定为第三损失值。

例如，第三损失值可以通过以下第三损失函数确定：

$$L_3 = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \begin{cases} (\theta_i - \hat{\theta}_i)^2 & \text{if } |\theta_i - \hat{\theta}_i| < 1 \\ |\theta_i - \hat{\theta}_i| - 0.5 & \text{otherwise} \end{cases},$$

其中， θ_j 为第一人脸姿态角，即 θ_1 为第一人脸姿态角中的俯仰角， θ_2 为第一人脸姿态角中的偏航角， θ_3 为第一人脸姿态角中的横滚角， $\hat{\theta}_j$ 为第二人脸姿态角，即 $\hat{\theta}_1$ 为第二人脸姿态角中的俯仰角， $\hat{\theta}_2$ 为第二人脸姿态角中的偏航角， $\hat{\theta}_3$ 为第二人脸姿态角中的横滚角。

子步骤 S1044、根据第一损失值、第二损失值和第三损失值，确定模型损失值。

示例性的，确定第二损失值与预设的第一加权系数之间的乘积，得到第一加权损失值；确定第三损失值与预设的第二加权系数之间的乘积，得到第二加权损失值；对第一损失值、第一加权损失值和第二加权损失值进行求和，得到模型损失值。

其中，模型损失值可以通过目标损失函数确定，且目标损失函数是基于第一损失函数、第二函数函数和第三函数函数确定的。例如目标损失函数为： $L = L_1 + \alpha * L_2 + \beta * L_3$ ，其中， L_1 为第一损失函数， L_2 为第二损失函数， L_3 为第三损失函数， α 为第一加权系数， β 为第二加权系数。

步骤 S105、根据模型损失值，确定神经网络模型是否收敛。

示例性的，确定该模型损失值是否大于或等于预设损失值，若该模型损失值大于或等于预设损失值，则确定神经网络模型收敛，若该模型损失值小于预设损失值，则确定神经网络模型未收敛。其中，预设损失值可基于实际情况进行设置，本实施例对此不做具体限定。

步骤 S106、若神经网络模型未收敛，则更新神经网络模型的模型参数，并继续对更新后的神经网络模型进行训练，直至收敛得到人脸关键点检测模型。

继续对更新后的神经网络模型进行训练包括：重复执行步骤 S101-步骤 S105，且每次执行步骤 S101 时所获取到的样本数据不同。其中，神经网络模型的模型参数可以包括第一加权系数、第二加权系数、神经网络模型的各层级的参数。

步骤 S107、获取待检测的目标人脸图像，并将目标人脸图像输入人脸关键点检测模型，得到目标高斯热图和人脸关键点目标偏移量。

其中，人脸关键点检测模型包括偏移量预测子网络和高斯热图生成子网络，可以理解的是，偏移量预测子网络和高斯热图生成子网络的具体层级结构可基于实际情况进行设置，本实施例对此不做具体限定。

例如，如图 4 所示，偏移量预测子网络 21 包括第五卷积层、第六卷积层、第七卷积层和第三全连接层，且第五卷积层与第六卷积层连接、第六卷积层与第七卷积层连接，第七卷积层与第三全连接层连接，而高斯热图生成子网络 22 包括第五卷积层、第六卷积层和第七卷积层。

示例性的，将目标人脸图像输入人脸关键点检测模型，得到目标高斯热图和人脸关键点目标偏移量的方式可以为：将目标人脸图像输入第五卷积层进行卷积处理，得到第五特征图；将第五特征图输入第六卷积层进行卷积处理，得到第六特征图；将第六特征图输

入第七卷积层进行卷积处理，得到目标高斯热图和第七特征图；将第七特征图输入第三全连接层进行处理，得到人脸关键点的目标偏移量。

步骤 S108、根据目标高斯热图和目标偏移量，确定目标人脸图像中的人脸关键点。

示例性的，从目标高斯热图中获取人脸关键点的第三坐标信息，并获取人脸关键点检测模型的下采样率；对第三坐标信息与下采样率进行乘法运算，得到人脸关键点的第四坐标信息；对第四坐标信息与目标偏移量进行加法运算，得到目标人脸图像中的人脸关键点

的目标坐标信息。其中，目标偏移量包括 x 轴偏移量和 y 轴偏移量。
例如，人脸关键点 i 的第三坐标信息为 (x_i, y_i) ，人脸关键点检测模型的下采样率为 s，人脸关键点 i 对应的目标偏移量中的 x 轴偏移量和 y 轴偏移量分别为 δ_{xi} 和 δ_{yi} ，则人脸关键点 i 的目标坐标信息为 (x_{gt}, y_{gt}) ，且 $x_{gt} = s * x_i + \delta_{xi}$ ， $y_{gt} = s * y_i + \delta_{yi}$ 。

上述实施例提供的人脸关键点检测方法，通过结合高斯热图、人脸关键点的偏移量以及人脸姿态角来对神经网络模型进行迭代训练，得到人脸关键点检测模型，可以提高人脸关键点检测模型的准确性和精度，使得在将待检测的目标人脸图像输入该人脸关键点检测模型后，可以得到准确的目标高斯热图和人脸关键点的目标偏移量，最后结合目标高斯热图和目标偏移量，确定目标人脸图像中的人脸关键点，可以极大地提高人脸关键点的检测准确性。

请参阅图 5，图 5 是本申请实施例提供的一种人脸关键点检测装置的示意性框图。

如图 5 所示，该人脸关键点检测装置 200 包括：

获取模块 210，用于获取样本数据，其中，所述样本数据包括人脸图像、标注的第一人脸关键点、标注的第一高斯热图；

确定模块 220，用于根据所述第一高斯热图和所述第一人脸关键点，确定人脸关键点的第一偏移量，并根据所述第一人脸关键点，确定第一人脸姿态角；

训练模块 230，用于将所述人脸图像输入预设的神经网络模型，得到第二高斯热图、人脸关键点的第二偏移量、第二人脸姿态角；

所述训练模块 230，还用于根据所述第一高斯热图、所述第一偏移量、所述第一人脸姿态角、第二高斯热图、所述第二偏移量、所述第二人脸姿态角，确定模型损失值；

所述训练模块 230，还用于根据所述模型损失值，确定所述神经网络模型是否收敛；

所述训练模块 230，还用于若所述神经网络模型未收敛，则更新所述神经网络模型的模型参数，并继续对更新后的神经网络模型进行训练，直至收敛得到人脸关键点检测模型；

关键点检测模块 240，用于获取待检测的目标人脸图像，并将所述目标人脸图像输入所述人脸关键点检测模型，得到目标高斯热图和人脸关键点的目标偏移量；

所述关键点检测模块 240，还用于根据所述目标高斯热图和所述目标偏移量，确定所述目标人脸图像中的人脸关键点。

在一实施例中，所述确定模块 220 还用于：

从所述第一高斯热图中获取人脸关键点的第一坐标信息，并获取所述第一人脸关键点的第二坐标信息；

确定所述第一坐标信息与所述第二坐标信息之间的偏移量，得到人脸关键点的第一偏移量。

在一实施例中，如图 6 所示，所述训练模块 230 包括：

第一确定子模块 231，用于根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角、所述第一偏移量和所述第二偏移量，确定第一损失值；

第二确定子模块 232，用于根据所述第一高斯热图和所述第二高斯热图，确定第二损失值；

第三确定子模块 233，用于根据所述第一人脸姿态角和所述第二人脸姿态角，确定第三损失值；

第四确定子模块 234, 用于根据所述第一损失值、所述第二损失值和所述第三损失值, 确定模型损失值。

在一实施例中, 所述第一确定子模块 231 还用于:

根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角, 确定第一候选损失值;

5 根据所述第一偏移量和所述第二偏移量, 确定第二候选损失值;

对所述第一候选损失值与所述第二候选损失值进行乘法运算, 得到所述第一损失值。

在一实施例中, 所述第一确定子模块 231 还用于:

确定所述第一人脸姿态角与所述第二人脸姿态角之间的姿态角差值, 其中, 所述姿态角差值包括俯仰角差值、偏航角差值和翻滚角差值;

10 确定所述俯仰角差值的第一余弦值、所述偏航角差值的第二余弦值和翻滚角差值的第三余弦值;

确定所述第一余弦值、所述第二余弦值和所述第三余弦值的平均余弦值, 并用 1 减去所述平均余弦值, 得到第一候选损失值。

在一实施例中, 所述第四确定子模块 234 还用于:

15 确定所述第二损失值与预设的第一加权系数之间的乘积, 得到第一加权损失值;

确定所述第三损失值与预设的第二加权系数之间的乘积, 得到第二加权损失值, 其中, 所述模型参数包括所述第一加权系数和第二加权系数;

对所述第一损失值、所述第一加权损失值和所述第二加权损失值进行求和, 得到模型损失值。

20 在一实施例中, 所述关键点检测模块 240, 还用于:

从所述目标高斯热图中获取人脸关键点的第三坐标信息, 并获取所述人脸关键点检测模型的下采样率;

对所述第三坐标信息与所述下采样率进行乘法运算, 得到人脸关键点的第四坐标信息;

25 对所述第四坐标信息与所述目标偏移量进行加法运算, 得到所述目标人脸图像中的人脸关键点的目标坐标信息。

需要说明的是, 所属领域的技术人员可以清楚地了解到, 为了描述的方便和简洁, 上述描述的装置和各模块及单元的具体工作过程, 可以参考前述人脸关键点检测方法实施例中的对应过程, 在此不再赘述。

30 上述实施例提供的装置可以实现为一种计算机程序的形式, 该计算机程序可以在如图 7 所示的计算机设备上运行。

请参阅图 7, 图 7 是本申请实施例提供的一种计算机设备的结构示意图。该计算机设备可以为服务器或终端设备。

如图 7 所示, 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, 存储器可以包括存储介质和内存储器。

35 存储介质可存储操作系统和计算机程序。该计算机程序包括程序指令, 该程序指令被执行时, 可使得处理器执行任意一种人脸关键点检测方法。

处理器用于提供计算和控制能力, 支撑整个计算机设备的运行。

40 该网络接口用于进行网络通信, 如发送分配的任务等。本领域技术人员可以理解, 图 7 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。

应当理解的是, 处理器可以是中央处理单元 (Central Processing Unit, CPU), 该处理器还可以是其他通用处理器、数字信号处理器 (Digital Signal Processor, DSP)、专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、现场可编程门阵列 (Field-Programmable Gate Array, FPGA) 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑

辑器件、分立硬件组件等。其中，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。

其中，在一实施例中，所述处理器用于运行存储在存储器中的计算机程序，以实现以下步骤：

- 5 获取样本数据，其中，所述样本数据包括人脸图像、标注的第一人脸关键点、标注的第一高斯热图；

根据所述第一高斯热图和所述第一人脸关键点，确定人脸关键点的第一偏移量，并根据所述第一人脸关键点，确定第一人脸姿态角；

- 10 将所述人脸图像输入预设的神经网络模型，得到第二高斯热图、人脸关键点的第二偏移量、第二人脸姿态角；

根据所述第一高斯热图、所述第一偏移量、所述第一人脸姿态角、所述第二高斯热图、所述第二偏移量、所述第二人脸姿态角，确定模型损失值；

根据所述模型损失值，确定所述神经网络模型是否收敛；

- 15 若所述神经网络模型未收敛，则更新所述神经网络模型的模型参数，并继续对更新后的神经网络模型进行训练，直至收敛得到人脸关键点检测模型；

获取待检测的目标人脸图像，并将所述目标人脸图像输入所述人脸关键点检测模型，得到目标高斯热图和人脸关键点的目标偏移量；

根据所述目标高斯热图和所述目标偏移量，确定所述目标人脸图像中的人脸关键点。

- 20 在一实施例中，所述处理器在实现根据所述第一高斯热图和所述第一人脸关键点，确定人脸关键点的第一偏移量时，用于实现：

从所述第一高斯热图中获取人脸关键点的第一坐标信息，并获取所述第一人脸关键点的第二坐标信息；

确定所述第一坐标信息与所述第二坐标信息之间的偏移量，得到人脸关键点的第一偏移量。

- 25 在一实施例中，所述处理器在实现根据所述第一高斯热图、所述第一偏移量、所述第一人脸姿态角、所述第二高斯热图、所述第二偏移量、所述第二人脸姿态角，确定模型损失值时，用于实现：

根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角、所述第一偏移量和所述第二偏移量，确定第一损失值；

- 30 根据所述第一高斯热图和所述第二高斯热图，确定第二损失值；

根据所述第一人脸姿态角和所述第二人脸姿态角，确定第三损失值；

根据所述第一损失值、所述第二损失值和所述第三损失值，确定模型损失值。

在一实施例中，所述处理器在实现根据所述第一损失值、所述第二损失值和所述第三损失值，确定模型损失值时，用于实现：

- 35 确定所述第二损失值与预设的第一加权系数之间的乘积，得到第一加权损失值；

确定所述第三损失值与预设的第二加权系数之间的乘积，得到第二加权损失值，其中，所述模型参数包括所述第一加权系数和第二加权系数；

对所述第一损失值、所述第一加权损失值和所述第二加权损失值进行求和，得到模型损失值。

- 40 在一实施例中，所述处理器在实现根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角、所述第一偏移量和所述第二偏移量，确定第一损失值时，用于实现：

根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角，确定第一候选损失值；

根据所述第一偏移量和所述第二偏移量，确定第二候选损失值；

对所述第一候选损失值与所述第二候选损失值进行乘法运算，得到所述第一损失值。

- 45 在一实施例中，所述处理器在实现根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角，

确定第一候选损失值时，用于实现：

确定所述第一人脸姿态角与所述第二人脸姿态角之间的姿态角差值，其中，所述姿态角差值包括俯仰角差值、偏航角差值和翻滚角差值；

5 确定所述俯仰角差值的第一余弦值、所述偏航角差值的第二余弦值和翻滚角差值的第三余弦值；

确定所述第一余弦值、所述第二余弦值和所述第三余弦值的平均余弦值，并用1减去所述平均余弦值，得到第一候选损失值。

在一实施例中，所述处理器在实现根据所述目标高斯热图和所述目标偏移量，确定所述目标人脸图像中的人脸关键点时，用于实现：

10 从所述目标高斯热图中获取人脸关键点的第三坐标信息，并获取所述人脸关键点检测模型的下采样率；

对所述第三坐标信息与所述下采样率进行乘法运算，得到人脸关键点的第四坐标信息；

对所述第四坐标信息与所述目标偏移量进行加法运算，得到所述目标人脸图像中的人脸关键点的目标坐标信息。

15 需要说明的是，所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为了描述的方便和简洁，上述描述的计算机设备的具体工作过程，可以参考前述人脸关键点检测方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

通过以上的实施方式的描述可知，本领域的技术人员可以清楚地了解到本申请可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现。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可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品可以存储在存储介质中，如ROM/RAM、磁碟、光盘等，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或者实施例的某些部分所述的方法。

20 本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序，所述计算机程序中包括程序指令，所述程序指令被执行时所实现的方法可参阅本申请人脸关键点检测方法的各个实施例。

其中，所述计算机可读存储介质可以是易失性的，也可以是非易失性的。所述计算机可读存储介质可以是前述实施例所述的计算机设备的内部存储单元，例如所述计算机设备的硬盘或内存。所述计算机可读存储介质也可以是所述计算机设备的外部存储设备，例如30 所述计算机设备上配备的插接式硬盘，智能存储卡(Smart Media Card, SMC)，安全数字(Secure Digital, SD)卡，闪存卡(Flash Card)等。

进一步地，所述计算机可读存储介质可主要包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序等；存储数据区可存储根据区块链节点的使用所创建的数据等。

35 本申请所指区块链是分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算法等计算机技术的新型应用模式。区块链(Blockchain)，本质上是一个去中心化的数据库，是一串使用密码学方法相关联产生的数据块，每一个数据块中包含了一批次网络交易的信息，用于验证其信息的有效性(防伪)和生成下一个区块。区块链可以包括区块链底层平台、平台产品服务层以及应用服务层等。

40 应当理解，在此本申请说明书中所使用的术语仅仅是出于描述特定实施例的目的而并不意在限制本申请。如在本申请说明书和所附权利要求书中所使用的那样，除非上下文清楚地指明其它情况，否则单数形式的“一”、“一个”及“该”意在包括复数形式。

还应当理解，在本申请说明书和所附权利要求书中使用的术语“和/或”是指相关联列出的项中的一个或多个的任何组合以及所有可能组合，并且包括这些组合。需要说明的是，45 在本文中，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得

包括一系列要素的过程、方法、物品或者系统不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者系统所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者系统中还存在另外的相同要素。

- 5 上述本申请实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣。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，可轻易想到各种等效的修改或替换，这些修改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权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1、一种人脸关键点检测方法，包括：

获取样本数据，其中，所述样本数据包括人脸图像、标注的第一人脸关键点、标注的第一高斯热图；

根据所述第一高斯热图和所述第一人脸关键点，确定人脸关键点的第一偏移量，并根据所述第一人脸关键点，确定第一人脸姿态角；

将所述人脸图像输入预设的神经网络模型，得到第二高斯热图、人脸关键点的第二偏移量、第二人脸姿态角；

根据所述第一高斯热图、所述第一偏移量、所述第一人脸姿态角、所述第二高斯热图、所述第二偏移量、所述第二人脸姿态角，确定模型损失值；

根据所述模型损失值，确定所述神经网络模型是否收敛；

若所述神经网络模型未收敛，则更新所述神经网络模型的模型参数，并继续对更新后的神经网络模型进行训练，直至收敛得到人脸关键点检测模型；

获取待检测的目标人脸图像，并将所述目标人脸图像输入所述人脸关键点检测模型，得到目标高斯热图和人脸关键点的目标偏移量；

根据所述目标高斯热图和所述目标偏移量，确定所述目标人脸图像中的人脸关键点。

2、根据权利要求1所述的人脸关键点检测方法，其中，所述根据所述第一高斯热图和所述第一人脸关键点，确定人脸关键点的第一偏移量，包括：

从所述第一高斯热图中获取人脸关键点的第一坐标信息，并获取所述第一人脸关键点的第二坐标信息；

确定所述第一坐标信息与所述第二坐标信息之间的偏移量，得到人脸关键点的第一偏移量。

3、根据权利要求1所述的人脸关键点检测方法，其中，所述根据所述第一高斯热图、所述第一偏移量、所述第一人脸姿态角、所述第二高斯热图、所述第二偏移量、所述第二人脸姿态角，确定模型损失值，包括：

根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角、所述第一偏移量和所述第二偏移量，确定第一损失值；

根据所述第一高斯热图和所述第二高斯热图，确定第二损失值；

根据所述第一人脸姿态角和所述第二人脸姿态角，确定第三损失值；

根据所述第一损失值、所述第二损失值和所述第三损失值，确定模型损失值。

4、根据权利要求3所述的人脸关键点检测方法，其中，所述根据所述第一损失值、所述第二损失值和所述第三损失值，确定模型损失值，包括：

确定所述第二损失值与预设的第一加权系数之间的乘积，得到第一加权损失值；

确定所述第三损失值与预设的第二加权系数之间的乘积，得到第二加权损失值，其中，所述模型参数包括所述第一加权系数和第二加权系数；

对所述第一损失值、所述第一加权损失值和所述第二加权损失值进行求和，得到模型损失值。

5、根据权利要求3所述的人脸关键点检测方法，其中，所述根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角、所述第一偏移量和所述第二偏移量，确定第一损失值，包括：

根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角，确定第一候选损失值；

根据所述第一偏移量和所述第二偏移量，确定第二候选损失值；

对所述第一候选损失值与所述第二候选损失值进行乘法运算，得到所述第一损失值。

6、根据权利要求5所述的人脸关键点检测方法，其中，所述根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角，确定第一候选损失值，包括：

确定所述第一人脸姿态角与所述第二人脸姿态角之间的姿态角差值,其中,所述姿态角差值包括俯仰角差值、偏航角差值和翻滚角差值;

确定所述俯仰角差值的第一余弦值、所述偏航角差值的第二余弦值和翻滚角差值的第三余弦值;

5 确定所述第一余弦值、所述第二余弦值和所述第三余弦值的平均余弦值,并用1减去所述平均余弦值,得到第一候选损失值。

7、根据权利要求1-5中任一项所述的人脸关键点检测方法,其中,所述根据所述目标高斯热图和所述目标偏移量,确定所述目标人脸图像中的人脸关键点,包括:

10 从所述目标高斯热图中获取人脸关键点的第三坐标信息,并获取所述人脸关键点检测模型的下采样率;

对所述第三坐标信息与所述下采样率进行乘法运算,得到人脸关键点的第四坐标信息;

对所述第四坐标信息与所述目标偏移量进行加法运算,得到所述目标人脸图像中的人脸关键点的目标坐标信息。

8、一种人脸关键点检测装置,其中,所述人脸关键点检测装置包括:

15 获取模块,用于获取样本数据,其中,所述样本数据包括人脸图像、标注的第一人脸关键点、标注的第一高斯热图;

确定模块,用于根据所述第一高斯热图和所述第一人脸关键点,确定人脸关键点的第一偏移量,并根据所述第一人脸关键点,确定第一人脸姿态角;

20 训练模块,用于将所述人脸图像输入预设的神经网络模型,得到第二高斯热图、人脸关键点的第二偏移量、第二人脸姿态角;

所述训练模块,还用于根据所述第一高斯热图、所述第一偏移量、所述第一人脸姿态角、第二高斯热图、所述第二偏移量、所述第二人脸姿态角,确定模型损失值;

所述训练模块,还用于根据所述模型损失值,确定所述神经网络模型是否收敛;

25 所述训练模块,还用于若所述神经网络模型未收敛,则更新所述神经网络模型的模型参数,并继续对更新后的神经网络模型进行训练,直至收敛得到人脸关键点检测模型;

关键点检测模块,用于获取待检测的目标人脸图像,并将所述目标人脸图像输入所述人脸关键点检测模型,得到目标高斯热图和人脸关键点的目标偏移量;

所述关键点检测模块,还用于根据所述目标高斯热图和所述目标偏移量,确定所述目标人脸图像中的人脸关键点。

30 9、一种计算机设备,其中,所述计算机设备包括处理器、存储器、以及存储在所述存储器上并可被所述处理器执行的计算机程序,其中所述计算机程序被所述处理器执行时,实现以下步骤:

获取样本数据,其中,所述样本数据包括人脸图像、标注的第一人脸关键点、标注的第一高斯热图;

35 根据所述第一高斯热图和所述第一人脸关键点,确定人脸关键点的第一偏移量,并根据所述第一人脸关键点,确定第一人脸姿态角;

将所述人脸图像输入预设的神经网络模型,得到第二高斯热图、人脸关键点的第二偏移量、第二人脸姿态角;

40 根据所述第一高斯热图、所述第一偏移量、所述第一人脸姿态角、所述第二高斯热图、所述第二偏移量、所述第二人脸姿态角,确定模型损失值;

根据所述模型损失值,确定所述神经网络模型是否收敛;

若所述神经网络模型未收敛,则更新所述神经网络模型的模型参数,并继续对更新后的神经网络模型进行训练,直至收敛得到人脸关键点检测模型;

45 获取待检测的目标人脸图像,并将所述目标人脸图像输入所述人脸关键点检测模型,得到目标高斯热图和人脸关键点的目标偏移量;

根据所述目标高斯热图和所述目标偏移量,确定所述目标人脸图像中的人脸关键点。

10、根据权利要求9所述的计算机设备,其中,所述处理器在实现根据所述第一高斯热图和所述第一人脸关键点,确定人脸关键点的第一偏移量时,用于实现:

从所述第一高斯热图中获取人脸关键点的第一坐标信息,并获取所述第一人脸关键点的第二坐标信息;

确定所述第一坐标信息与所述第二坐标信息之间的偏移量,得到人脸关键点的第一偏移量。

11、根据权利要求9所述的计算机设备,其中,所述处理器在实现根据所述第一高斯热图、所述第一偏移量、所述第一人脸姿态角、所述第二高斯热图、所述第二偏移量、所述第二人脸姿态角,确定模型损失值时,用于实现:

根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角、所述第一偏移量和所述第二偏移量,确定第一损失值;

根据所述第一高斯热图和所述第二高斯热图,确定第二损失值;

根据所述第一人脸姿态角和所述第二人脸姿态角,确定第三损失值;

根据所述第一损失值、所述第二损失值和所述第三损失值,确定模型损失值。

12、根据权利要求11所述的计算机设备,其中,所述处理器在实现根据所述第一损失值、所述第二损失值和所述第三损失值,确定模型损失值时,用于实现:

确定所述第二损失值与预设的第一加权系数之间的乘积,得到第一加权损失值;

确定所述第三损失值与预设的第二加权系数之间的乘积,得到第二加权损失值,其中,所述模型参数包括所述第一加权系数和第二加权系数;

对所述第一损失值、所述第一加权损失值和所述第二加权损失值进行求和,得到模型损失值。

13、根据权利要求11所述的计算机设备,其中,所述处理器在实现根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角、所述第一偏移量和所述第二偏移量,确定第一损失值时,用于实现:

根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角,确定第一候选损失值;

根据所述第一偏移量和所述第二偏移量,确定第二候选损失值;

对所述第一候选损失值与所述第二候选损失值进行乘法运算,得到所述第一损失值。

14、根据权利要求13所述的计算机设备,其中,所述处理器在实现根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角,确定第一候选损失值时,用于实现:

确定所述第一人脸姿态角与所述第二人脸姿态角之间的姿态角差值,其中,所述姿态角差值包括俯仰角差值、偏航角差值和翻滚角差值;

确定所述俯仰角差值的第一余弦值、所述偏航角差值的第二余弦值和翻滚角差值的第三余弦值;

确定所述第一余弦值、所述第二余弦值和所述第三余弦值的平均余弦值,并用1减去所述平均余弦值,得到第一候选损失值。

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

获取样本数据,其中,所述样本数据包括人脸图像、标注的第一人脸关键点、标注的第一高斯热图;

根据所述第一高斯热图和所述第一人脸关键点,确定人脸关键点的第一偏移量,并根据所述第一人脸关键点,确定第一人脸姿态角;

将所述人脸图像输入预设的神经网络模型,得到第二高斯热图、人脸关键点的第二偏移量、第二人脸姿态角;

根据所述第一高斯热图、所述第一偏移量、所述第一人脸姿态角、所述第二高斯热图、

所述第二偏移量、所述第二人脸姿态角, 确定模型损失值;

根据所述模型损失值, 确定所述神经网络模型是否收敛;

若所述神经网络模型未收敛, 则更新所述神经网络模型的模型参数, 并继续对更新后的神经网络模型进行训练, 直至收敛得到人脸关键点检测模型;

5 获取待检测的目标人脸图像, 并将所述目标人脸图像输入所述人脸关键点检测模型, 得到目标高斯热图和人脸关键点目标偏移量;

根据所述目标高斯热图和所述目标偏移量, 确定所述目标人脸图像中的人脸关键点。

16、根据权利要求15所述的计算机可读存储介质, 其中, 所述处理器在实现根据所述第一高斯热图和所述第一人脸关键点, 确定人脸关键点的第一偏移量时, 用于实现:

10 从所述第一高斯热图中获取人脸关键点的第一坐标信息, 并获取所述第一人脸关键点的第二坐标信息;

确定所述第一坐标信息与所述第二坐标信息之间的偏移量, 得到人脸关键点的第一偏移量。

17、根据权利要求15所述的计算机可读存储介质, 其中, 所述处理器在实现根据所述第一高斯热图、所述第一偏移量、所述第一人脸姿态角、所述第二高斯热图、所述第二偏移量、所述第二人脸姿态角, 确定模型损失值时, 用于实现:

根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角、所述第一偏移量和所述第二偏移量, 确定第一损失值;

根据所述第一高斯热图和所述第二高斯热图, 确定第二损失值;

20 根据所述第一人脸姿态角和所述第二人脸姿态角, 确定第三损失值;

根据所述第一损失值、所述第二损失值和所述第三损失值, 确定模型损失值。

18、根据权利要求17所述的计算机可读存储介质, 其中, 所述处理器在实现根据所述第一损失值、所述第二损失值和所述第三损失值, 确定模型损失值时, 用于实现:

确定所述第二损失值与预设的第一加权系数之间的乘积, 得到第一加权损失值;

25 确定所述第三损失值与预设的第二加权系数之间的乘积, 得到第二加权损失值, 其中, 所述模型参数包括所述第一加权系数和第二加权系数;

对所述第一损失值、所述第一加权损失值和所述第二加权损失值进行求和, 得到模型损失值。

19、根据权利要求17所述的计算机可读存储介质, 其中, 所述处理器在实现根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角、所述第一偏移量和所述第二偏移量, 确定第一损失值时, 用于实现:

根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角, 确定第一候选损失值;

根据所述第一偏移量和所述第二偏移量, 确定第二候选损失值;

对所述第一候选损失值与所述第二候选损失值进行乘法运算, 得到所述第一损失值。

35 20、根据权利要求19所述的计算机可读存储介质, 其中, 所述处理器在实现根据所述第一人脸姿态角、所述第二人脸姿态角, 确定第一候选损失值时, 用于实现:

确定所述第一人脸姿态角与所述第二人脸姿态角之间的姿态角差值, 其中, 所述姿态角差值包括俯仰角差值、偏航角差值和翻滚角差值;

40 确定所述俯仰角差值的第一余弦值、所述偏航角差值的第二余弦值和翻滚角差值的第三余弦值;

确定所述第一余弦值、所述第二余弦值和所述第三余弦值的平均余弦值, 并用1减去所述平均余弦值, 得到第一候选损失值。

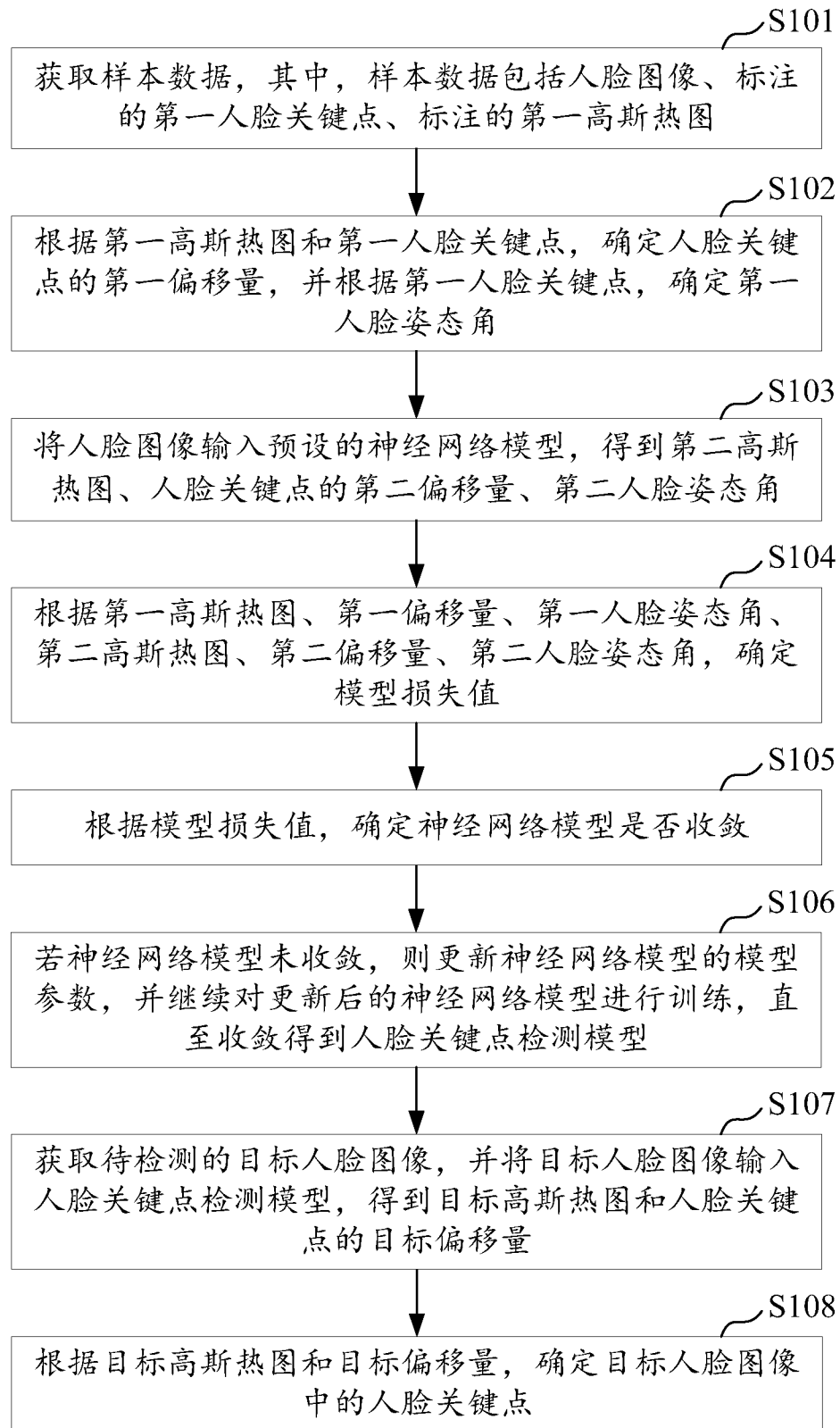


图 1

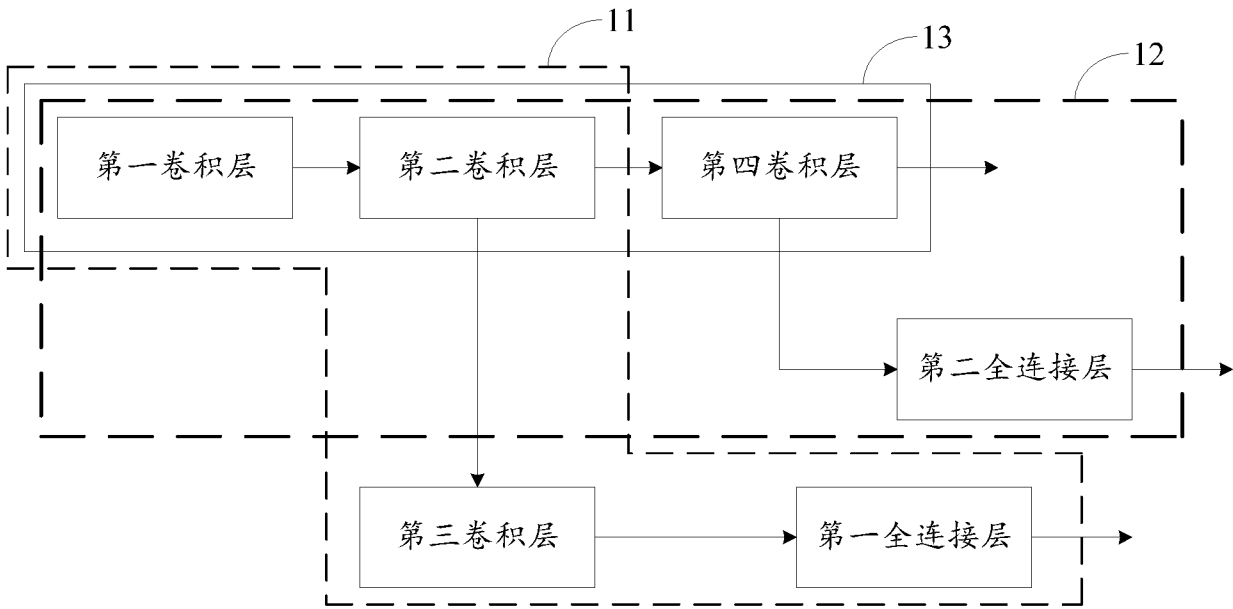


图 2

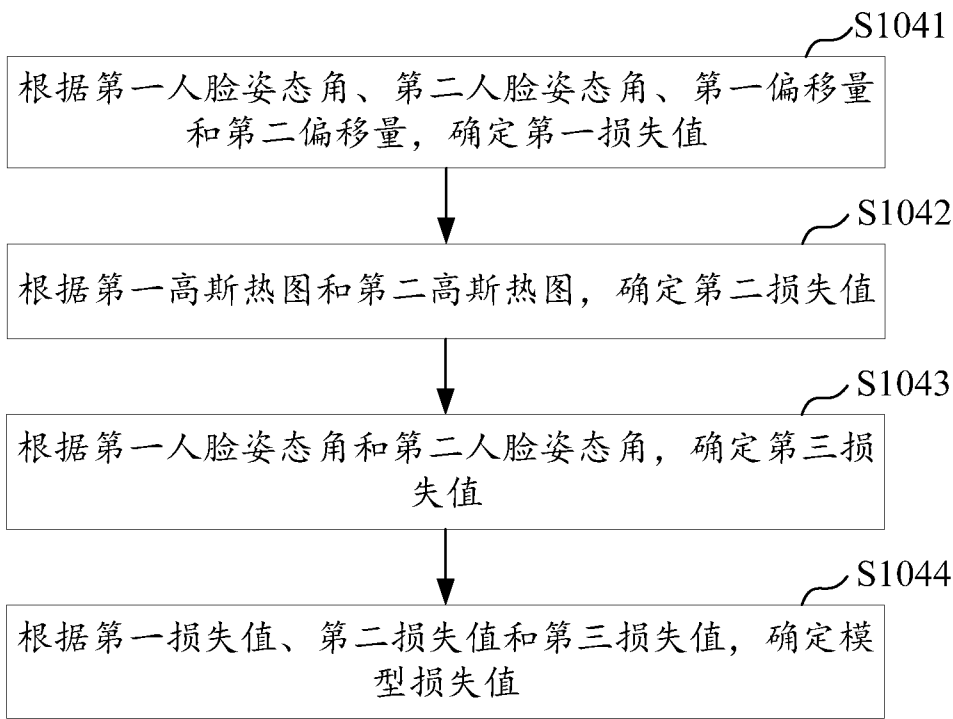


图 3

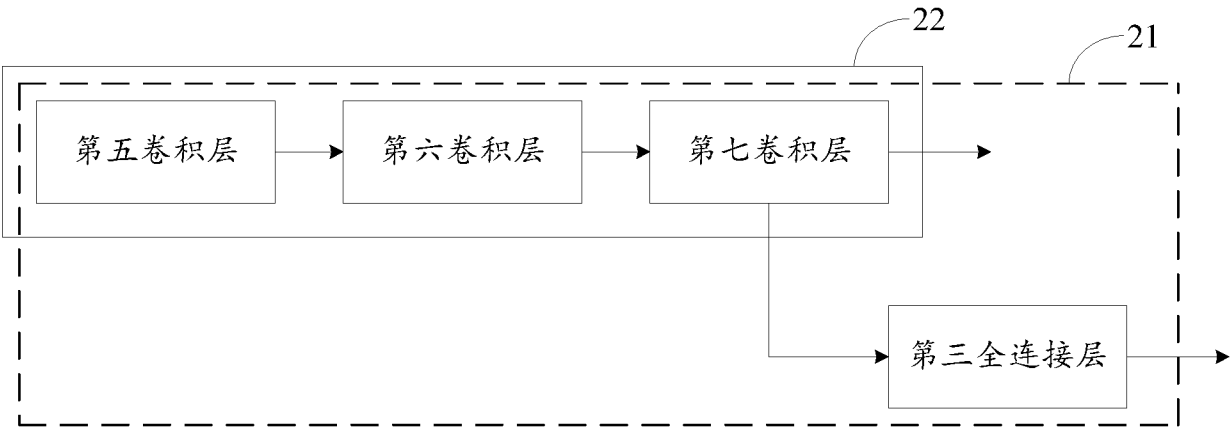


图 4

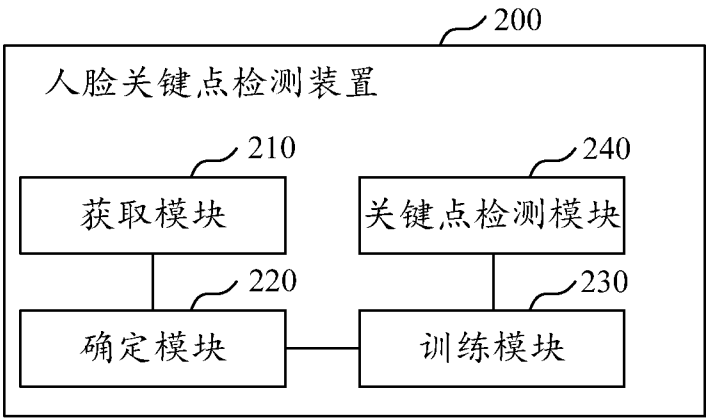


图 5

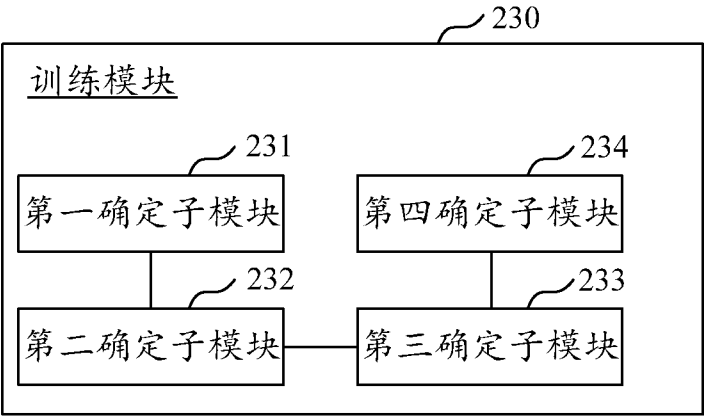


图 6

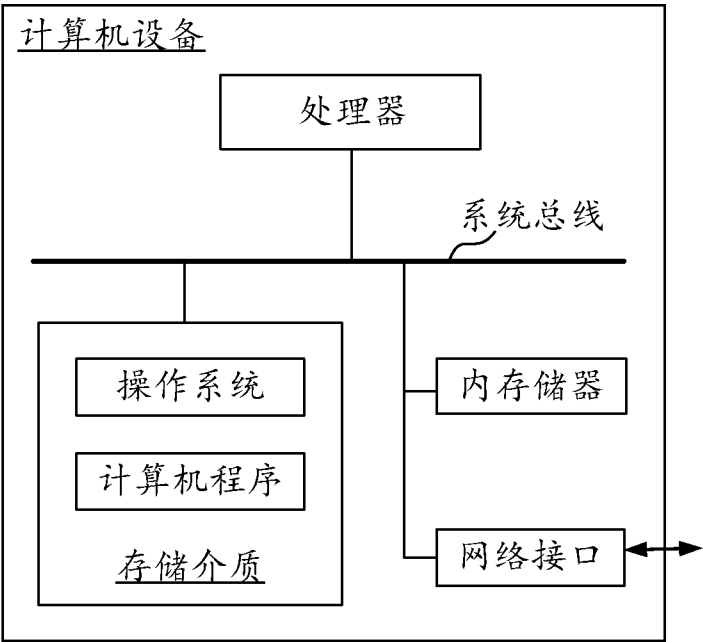


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/072184

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 9/00(2022.01)i; G06N 3/04(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 G06N

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; CNTXT; CNKI; VEN; DWPI; USTXT; WOTXT; EPTXT: 人脸, 关键点, 高斯, 热图, 偏移, 姿态角, 神经网络, 模型, 训练, face, key point, gauss, thermal map, offset, attitude angle, nerve network, model, training

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 113569754 A (PING AN TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) 29 October 2021 (2021-10-29) claims 1-10, and description, paragraphs [0035]-[0170]	1-20
Y	CN 112801043 A (HEBEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 14 May 2021 (2021-05-14) description, paragraphs [0002]-[0098], and figure 2	1-20
Y	CN 111860300 A (GUANGZHOU CVTE ELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 30 October 2020 (2020-10-30) description, paragraphs [0036]-[0119]	1-20
A	CN 112580515 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 30 March 2021 (2021-03-30) 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

04 March 2022

Date of mailing of the international search report

30 March 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
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/CN2022/072184

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	113569754	A	29 October 2021	None	
CN	112801043	A	14 May 2021	None	
CN	111860300	A	30 October 2020	None	
CN	112580515	A	30 March 2021	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/072184

A. 主题的分类

G06K 9/00(2022.01)i; G06N 3/04(2006.01)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)

G06K G06N

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))

CNABS;CNTXT;CNKI;VEN;DWPI;USTXT;WOTXT;EPTXT: 人脸, 关键点, 高斯, 热图, 偏移, 姿态角, 神经网络, 模型, 训练, face, key point, gauss, thermal map, offset, attitude angle, nerve network, model, training

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
PX	CN 113569754 A (平安科技深圳有限公司) 2021年10月29日 (2021 - 10 - 29) 权利要求第1-10项, 说明书第[0035]-[0170]段	1-20
Y	CN 112801043 A (河北工业大学) 2021年5月14日 (2021 - 05 - 14) 说明书第[0002]-[0098]段, 附图2	1-20
Y	CN 111860300 A (广州视源电子科技股份有限公司) 2020年10月30日 (2020 - 10 - 30) 说明书第[0036]-[0119]段	1-20
A	CN 112580515 A (浙江大学) 2021年3月30日 (2021 - 03 - 30) 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

2022年3月4日

国际检索报告邮寄日期

2022年3月30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

李娇

电话号码 (86-512) 88995726

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/072184

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	113569754	A	2021年10月29日	无	
CN	112801043	A	2021年5月14日	无	
CN	111860300	A	2020年10月30日	无	
CN	112580515	A	2021年3月30日	无	