

(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  
2021年7月22日 (22.07.2021)



(10) 国际公布号  
**WO 2021/143101 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*G06K 9/00* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/105772
- (22) 国际申请日: 2020年7月30日 (30.07.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
202010051193.9 2020年1月16日 (16.01.2020) 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)。
- (72) 发明人: 张红蕾 (ZHANG, Honglei); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 李志刚 (LI, Zhigang);

中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

- (74) 代理人: 深圳市深佳知识产权代理事务所 (普通合伙) (SHENPAT INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国广东省深圳市罗湖区南湖街道春风路庐山大厦B座18C2、18D、18E、18E2, Guangdong 518001 (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, 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,

(54) Title: FACE RECOGNITION METHOD AND FACE RECOGNITION DEVICE

(54) 发明名称: 人脸识别方法和人脸识别装置

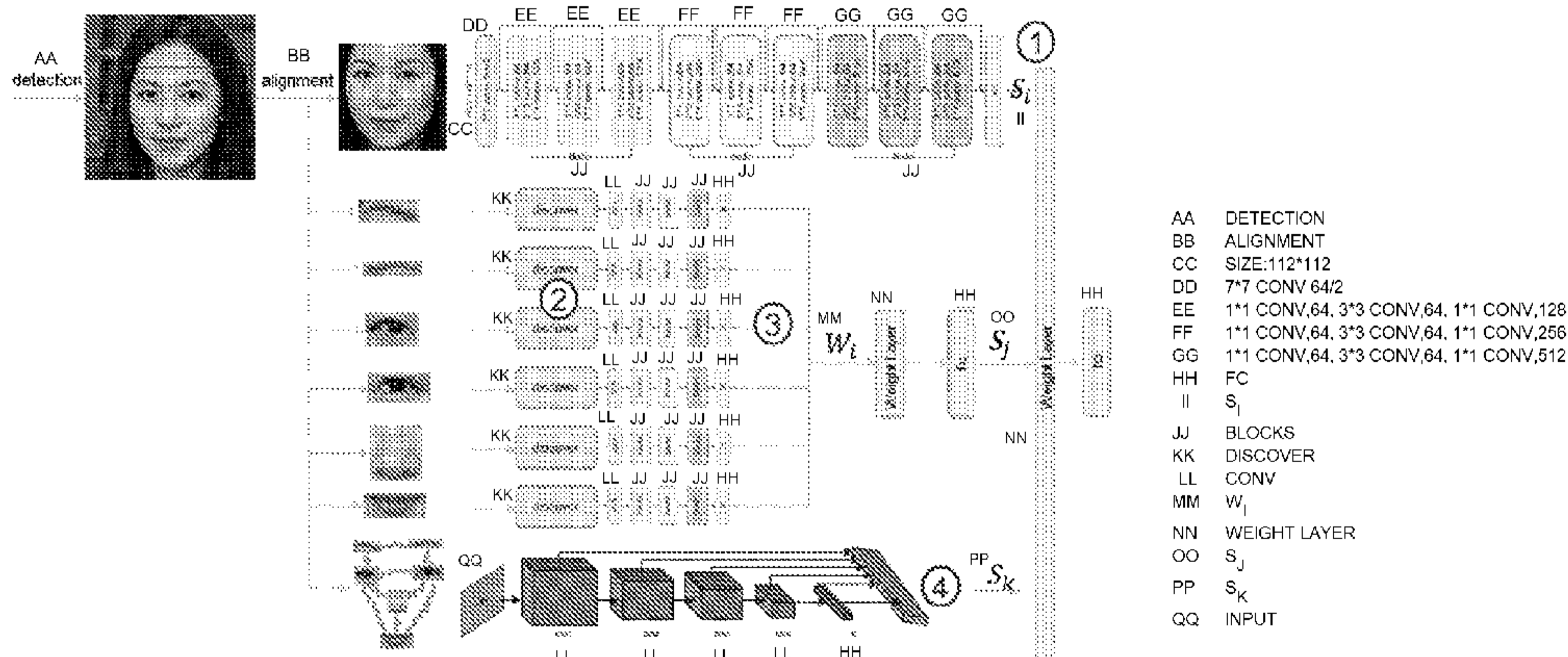


图 12

(57) Abstract: Disclosed in embodiments of the present application is a face recognition method that can be used in the field of artificial intelligence. The method of the embodiments of the present application comprises: obtaining a face image to be recognized; extracting face image features according to the face image by means of a pre-trained feature extraction network; extracting a plurality of facial geometric feature points in the face image so as to determine a plurality of feature point sets, each feature point set in the plurality of feature point sets corresponding to one face region, and the feature point set comprising at least one facial geometric feature point; obtaining face topological structure features according to the plurality of feature point sets, the face topological structure features being used to determine a relative positional relationship between the plurality of feature point sets; and performing matching in a preset face database according to the face topological structure features and the face image features so as to obtain a face recognition result.



WO 2021/143101 A1

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))。

---

**(57)** 摘要: 本申请实施例公开了一种人脸识别方法, 该方法可用于人工智能领域中。本申请实施例方法包括: 获取待识别的人脸图像; 根据所述人脸图像, 通过预训练的特征提取网络, 提取人脸图像特征; 提取所述人脸图像中的多个面部几何特征点, 以确定多个特征点集合, 所述多个特征点集合中每个特征点集合对应一个人脸部位, 所述特征点集合包括至少一个面部几何特征点; 根据所述多个特征点集合获取人脸拓扑结构特征, 所述人脸拓扑结构特征用于确定所述多个特征点集合之间的相对位置关系; 根据所述人脸拓扑结构特征和所述人脸图像特征在预设的人脸数据库中进行匹配, 以获取人脸识别结果。

## 人脸识别方法和人脸识别装置

本申请要求于 2020 年 01 月 16 日提交中国专利局、申请号为 202010051193.9、发明名称为“人脸识别方法和人脸识别装置”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。

5

### 技术领域

本申请涉及人工智能领域，特别涉及一种人脸识别方法和人脸识别装置。

### 背景技术

10 人脸识别是基于人的脸部特征信息进行身份识别的一种生物识别技术，是人工智能 (artificial intelligence, AI) 领域的重要应用。人脸识别利用分析比较人脸视觉特征信息进行身份鉴别。随着计算机和网络技术的飞速发展，人脸识别技术已广泛地应用于智能门禁、智能门锁、移动终端、公共安全、娱乐、军事等诸多行业及领域。

15 人脸识别包括，采集人脸图像，在图像中检测人脸，对检测到的人脸进行脸部的图像预处理，进而提取图像特征和识别匹配。其中，提取图像特征是指从图像提取包含结构和纹理的图像特征，后续的识别匹配基于该图像特征完成，图像特征的完整性是影响人脸识别成败的关键因素。

20 由于现有技术中图像特征基于整体人脸图像的结构和纹理信息提取，人脸识别效果依赖图像特征的完整性，当人脸图像受到外界干扰，例如发生光线不均，或帽子、围巾和口罩等遮挡时，将失去部分图像特征，图像特征不完整，导致人脸识别的成功率较低。

### 发明内容

本申请实施例提供了一种人脸识别方法，用于识别人脸图像，尤其是存在遮挡的人脸图像，可以提升人脸识别的成功率。

25 本申请实施例第一方面提供了一种人脸识别方法，包括：获取待识别的人脸图像；根据所述人脸图像，通过预训练的特征提取网络，提取人脸图像特征；提取所述人脸图像中的多个面部几何特征点，以确定多个特征点集合，所述多个特征点集合中每个特征点集合对应一个人脸部位，所述特征点集合包括至少一个面部几何特征点；根据所述多个特征点集合获取人脸拓扑结构特征，所述人脸拓扑结构特征用于确定所述多个特征点集合之间的相对位置关系；根据所述人脸拓扑结构特征和所述人脸图像特征在预设的人脸数据库中进行匹配，以获取人脸识别结果。

30 本申请实施例提供的人脸识别方法，在提取人脸图像特征之外，还提取了人脸拓扑结构特征，人脸拓扑结构特征用于表征人脸部位之间的拓扑结构，即相对位置关系，拓扑结构对图像的完整性依赖程度低，因此，基于人脸图像特征和人脸拓扑结构特征共同用于匹配识别，可以提高遮挡时的人脸识别成功率。

35 在第一方面的一种可能的实现方式中，所述人脸拓扑结构特征包括：特征向量集合，所述特征向量集合中的特征向量用于指示所述多个特征点集合中任意两个所述特征点集合之间的相对位置关系；或者，特征矩阵，所述特征矩阵中的元素用于指示所述多个特征点集合中

任意两个所述特征点集合之间的相对位置关系。

本申请实施例提供的人脸识别方法，可以直接根据多个特征点集合获取人脸拓扑结构特征，并通过特征向量集合和特征矩阵两种形式表达。

在第一方面的一种可能的实现方式中，根据所述多个人脸部位特征点集合获取人脸拓扑结构特征包括：构建所述多个特征点集合与标准人脸的多个特征点集合之间的映射关系，所述映射关系用于确定所述多个特征点集合之间的相对位置关系；将所述映射关系输入到预训练的人脸拓扑结构特征提取网络，以获取所述人脸拓扑结构特征。

本申请实施例提供的人脸识别方法，通过构建人脸图像和标准人脸的特征点的对应关系，根据映射关系数据以及已知的标准人脸结构信息，可以间接获取人脸图像中的特征点之间的相对位置关系，以及多个特征点集合之间的相对位置关系，将该映射关系数据输入到预训练网络，可以提取人脸拓扑结构特征。

在第一方面的一种可能的实现方式中，所述映射关系包括所述多个特征点集合与所述标准人脸的多个特征点集合之间的距离和/或角度。

在第一方面的一种可能的实现方式中，所述人脸拓扑结构特征提取网络为第一网络训练后得到，所述方法还包括：从人脸图像训练样本中提取多个面部几何特征点，以确定多个样本特征点集合，所述多个样本特征点集合中每个特征点集合对应所述训练样本的一个人脸部位，所述样本特征点集合包括至少一个面部几何特征点；获取所述样本特征点集合与标准人脸的特征点集合之间的映射关系，并输入到所述第一网络进行训练，获取第一损失值；根据所述第一损失值更新所述第一网络中的权重参数，以获取所述人脸拓扑结构特征提取网络。

本申请实施例提供的人脸识别方法，通过输入人脸图像训练样本的拓扑结构数据进行训练，可以获取人脸拓扑结构特征提取网络。

在第一方面的一种可能的实现方式中，其特征点在于，根据所述人脸图像，通过预训练特征提取网络，提取人脸图像特征包括：将所述人脸图像输入到预训练的人脸整体特征提取网络，以提取人脸整体特征。

本申请实施例提供的人脸识别方法，人脸图像特征可以包括人脸整体特征，该人脸整体特征即全局特征，例如图像颜色特征或图像纹理特征等，全局特征的提取依赖图像的完整性，当人脸图像中的部分人脸部位被遮挡时，根据提取的全局特征进行识别的成功率较低。本申请中结合人脸拓扑结构特征，共同用于特征匹配，可以提供人脸识别的成功率。

在第一方面的一种可能的实现方式中，所述方法还包括：从所述人脸图像中提取第一人脸部位图像；根据所述人脸图像，通过预训练特征提取网络，提取人脸图像特征包括：将所述第一人脸部位图像输入到预训练的第一部位特征提取网络，以提取第一部位特征，所述第一部位特征用于在所述人脸数据库中进行匹配，以获取所述人脸识别结果。

本申请实施例提供的人脸识别方法，人脸图像特征可以包括一个人脸部位的图像特征，即部位特征，由此可以提供人脸图像特征的又一种形式，提升了方案实现的多样性，该人脸部位例如为眼睛部位、鼻子部位或者嘴巴部位等。

在第一方面的一种可能的实现方式中，所述第一部位特征提取网络为第二网络训练后得到，所述方法还包括：将从人脸图像训练样本中提取的人脸部位图像输入到所述第二网络进行训练，获取第二损失值；根据所述第二损失值更新所述第二网络中的权重参数，以获取所

述第一部位特征提取网络。

本申请实施例提供的人脸识别方法，通过输入训练样本的人脸部位图像进行训练，可以获取人脸部位特征提取网络。

5 在第一方面的一种可能的实现方式中，所述方法还包括：从所述人脸图像中提取多个人脸部位图像；根据所述人脸图像，通过预训练特征提取网络，提取人脸图像特征包括：将所述多个人脸部位图像分别输入预训练的多个部位特征提取网络，以提取多个部位特征；根据所述多个部位特征确定所述人脸图像的目标部位特征。

本申请实施例提供的人脸识别方法，提取多个人脸部位，可以通过各个人脸部位的特征提取网络，分别提取多个部位特征，可以提升人脸识别的成功率。

10 在第一方面的一种可能的实现方式中，所述目标部位特征根据所述多个部位特征的加权平均值确定，所述多个部位特征的权值为预设值。

本申请实施例提供的人脸识别方法，由于人脸部位在人脸识别中的重要性不同，例如眼睛部位的重要程度高于眉毛部位，本方案中通过预设不同部位特征的权重，可以区分不同人脸部位的重要程度，提高人脸识别的成功率。

15 在第一方面的一种可能的实现方式中，所述方法还包括：检测所述多个人脸部位图像中的人脸部位是否被遮挡；若第一人脸部位图像中的第一人脸部位被遮挡，且第二人脸部位图像中的第二人脸部位未被遮挡，所述第二人脸部位为所述第一人脸部位的对称部位，则将所述第二人脸部位图像的水平翻转图像确定为所述第一人脸部位的恢复图像，所述恢复图像用于输入所述部位特征提取网络以提取所述部位特征。

20 本申请实施例提供的人脸识别方法，可以检查人脸部位是否被遮挡，对于一个部位被遮挡，且该部位的对称部位未被遮挡的情况，可以将图像进行翻转恢复，用于特征提取，提高了遮挡场景下的人脸识别成功率。

25 在第一方面的一种可能的实现方式中，所述方法还包括：基于所述第一人脸部位被遮挡，更新所述第一人脸部位的部位特征的权值，更新的第一权值小于所述第一人脸部位的预设第一权值。

本申请实施例提供的人脸识别方法，对于被遮挡的人脸部位，可以降低其部位特征的权值，由此，有效区分遮挡部位与未遮挡部位的重要程度，可以提高遮挡场景下的人脸识别成功率。

30 在第一方面的一种可能的实现方式中，所述方法还包括：对所述人脸图像进行预处理，以获取预处理后的人脸图像，所述预处理包括人脸对齐，所述预处理后的人脸图像用于提取所述人脸图像特征和提取所述多个面部几何特征点。

本申请实施例提供的人脸识别方法，人脸图像被用于特征提取前，可以先进行预处理，提高特征提取效率和特征准确程度。

35 本申请实施例第二方面提供了一种人脸识别装置，包括：获取模块，用于获取待识别的人脸图像；提取模块，用于根据所述人脸图像，通过预训练的特征提取网络，提取人脸图像特征；确定模块，用于提取所述人脸图像中的多个面部几何特征点，以确定多个特征点集合，所述多个特征点集合中每个特征点集合对应一个人脸部位，所述特征点集合包括至少一个面部几何特征点；所述获取模块，还用于根据所述多个特征点集合获取人脸拓扑结构特征，所

述人脸拓扑结构特征用于确定所述多个特征点集合之间的相对位置关系；匹配模块，用于根据所述人脸拓扑结构特征和所述人脸图像特征在预设的人脸数据库中进行匹配，以获取人脸识别结果。

5 在第二方面的一种可能的实现方式中，所述人脸拓扑结构特征包括：特征向量集合，所述特征向量集合中的特征向量用于指示所述多个特征点集合中任意两个所述特征点集合之间的相对位置关系；或者，特征矩阵，所述特征矩阵中的元素用于指示所述多个特征点集合中任意两个所述特征点集合之间的相对位置关系。

10 在第二方面的一种可能的实现方式中，所述确定模块还用于：构建所述多个特征点集合与标准人脸的多个特征点集合之间的映射关系，所述映射关系用于确定所述多个特征点集合之间的相对位置关系；所述获取模块具体用于：将所述映射关系输入到预训练的人脸拓扑结构特征提取网络，以获取所述人脸拓扑结构特征。

在第二方面的一种可能的实现方式中，所述映射关系包括所述多个特征点集合与所述标准人脸的多个特征点集合之间的距离和/或角度。

15 在第二方面的一种可能的实现方式中，所述人脸拓扑结构特征提取网络为第一网络训练后得到；所述提取模块还用于，从人脸图像训练样本中提取多个面部几何特征点，以确定多个样本特征点集合，所述多个样本特征点集合中每个特征点集合对应所述训练样本的一个人脸部位，所述样本特征点集合包括至少一个面部几何特征点；所述获取模块还用于，获取所述样本特征点集合与标准人脸的特征点集合之间的映射关系，并输入到所述第一网络进行训练，获取第一损失值；所述获取模块还用于，根据所述第一损失值更新所述第一网络中的权重参数，以获取所述人脸拓扑结构特征提取网络。

20 在第二方面的一种可能的实现方式中，所述提取模块具体用于：将所述人脸图像输入到预训练的人脸整体特征提取网络，以提取人脸整体特征。

25 在第二方面的一种可能的实现方式中，所述提取模块具体用于：从所述人脸图像中提取第一人脸部位图像；将所述第一人脸部位图像输入到预训练的第一部位特征提取网络，以提取第一部位特征，所述第一部位特征用于在所述人脸数据库中进行匹配，以获取所述人脸识别结果。

30 在第二方面的一种可能的实现方式中，所述第一部位特征提取网络为第二网络训练后得到，所述获取模块还用于：将从人脸图像训练样本中提取的人脸部位图像输入到所述第二网络进行训练，获取第二损失值；所述获取模块还用于，根据所述第二损失值更新所述第二网络中的权重参数，以获取所述第一部位特征提取网络。

在第二方面的一种可能的实现方式中，所述提取模块还用于：从所述人脸图像中提取多个人脸部位图像；所述提取模块具体用于，将所述多个人脸部位图像分别输入预训练的多个部位特征提取网络，以提取多个部位特征；所述确定模块还用于，根据所述多个部位特征确定所述人脸图像的目标部位特征。

35 在第二方面的一种可能的实现方式中，所述目标部位特征根据所述多个部位特征的加权平均值确定，所述多个部位特征的权值为预设值。

在第二方面的一种可能的实现方式中，所述人脸识别装置还包括：检测模块，用于检测所述多个人脸部位图像中的人脸部位是否被遮挡；所述确定模块还用于，若第一人脸部位图

像中的第一人脸部位被遮挡，且第二人脸部位图像中的第二人脸部位未被遮挡，所述第二人脸部位为所述第一人脸部位的对称部位，则将所述第二人脸部位图像的水平翻转图像确定为所述第一人脸部位的恢复图像，所述恢复图像用于输入所述部位特征提取网络以提取所述部位特征。

5 在第二方面的一种可能的实现方式中，所述人脸识别装置还包括：更新模块，用于基于所述第一人脸部位被遮挡，更新所述第一人脸部位的部位特征的权值，更新的第一权值小于所述第一人脸部位的预设第一权值。

10 在第二方面的一种可能的实现方式中，所述获取模块还用于：对所述人脸图像进行预处理，以获取预处理后的人脸图像，所述预处理包括人脸对齐，所述预处理后的人脸图像用于提取所述人脸图像特征和提取所述多个面部几何特征点。

本申请实施例第二方面提供了一种人脸识别装置，包括处理器和存储器，所述处理器和所述存储器相互连接，其中，所述存储器用于存储计算机程序，所述计算机程序包括程序指令，所述处理器用于调用所述程序指令，执行如上述第一方面以及各种可能的实现方式中任一项所述的方法。

15 本申请实施例第三方面提供了一种包含指令的计算机程序产品，其特征在于，当其在计算机上运行时，使得所述计算机执行如上述第一方面以及各种可能的实现方式中任一项所述的方法。

20 本申请实施例第四方面提供了一种计算机可读存储介质，包括指令，其特征在于，当所述指令在计算机上运行时，使得计算机执行如上述第一方面以及各种可能的实现方式中任一项所述的方法。

25 本申请实施例第五方面提供了一种一种芯片，包括处理器。处理器用于读取并执行存储器中存储的计算机程序，以执行上述任一方面任意可能的实现方式中的方法。可选地，该芯片该包括存储器，该存储器与该处理器通过电路或电线与存储器连接。进一步可选地，该芯片还包括通信接口，处理器与该通信接口连接。通信接口用于接收需要处理的数据和/或信息，处理器从该通信接口获取该数据和/或信息，并对该数据和/或信息进行处理，并通过该通信接口输出处理结果。该通信接口可以是输入输出接口。

从以上技术方案可以看出，本申请实施例具有以下优点：

30 本申请实施例提出的人脸识别方法，将人脸图像输入预训练的特征提取网络获取人脸图像特征，此外，还通过提取人脸图像中的多个面部集合特征点，确定对应于多个人脸部位的多个个人脸部位特征点集合，根据多个人脸部位特征点集合获取人脸拓扑结构特征；根据人脸拓扑结构特征和人脸图像特征在人脸数据集进行特征匹配，最终获取人脸识别结果，由于人脸拓扑结构由多个人脸部位特征点集合的相对位置关系构建，可以提取获得更多的结构化信息，对整体人脸图像的完整性依赖降低，可以有效降低遮挡对人脸识别的影响。

### **附图说明**

35 图 1 为本申请实施例提供的一种人工智能主体框架示意图；

图 2 为本申请实施例提供的一种应用环境示意图；

图 3 为本申请实施例提供的一种卷积神经网络结构示意图；

图 4 为本申请实施例提供的另一种卷积神经网络结构示意图；

图 5 为本申请实施例的系统架构图；

图 6 为本申请实施例中一种人脸识别方法的实施例示意图；

图 7 为本申请实施例中目标集合特征点的示意图；

图 8 为本申请实施例中人脸拓扑结构的示意图；

5 图 9 为本申请实施例中标准人脸结构的示意图；

图 10 为本申请实施例中人脸部位图像以及遮挡翻转处理的示意图；

图 11 为本申请实施例中特征提取网络的训练方法的实施例示意图；

图 12 为本申请实施例中特征提取网络架构的示意图；

图 13 为本申请实施例中人脸识别装置的一个实施例示意图；

10 图 14 为本申请实施例提供的一种芯片硬件结构图；

图 15 为本申请实施例中人脸识别装置的另一个实施例示意图。

### 具体实施方式

15 本申请实施例提供了一种人脸识别方法，用于识别人脸图像，尤其是存在遮挡的人脸图像，可以提升人脸识别的成功率。

本申请涉及的术语简介：

人脸图像：包含人脸信息的图像；

人脸几何特征：人脸由眼睛、鼻子和嘴巴等部位构成，对这些部位的形状和结构关系的几何描述，可以作为人脸识别的重要特征，这些特征即人脸几何特征。

20 面部几何特征点：人脸由眼睛、鼻子和嘴巴等部位构成，通过对人脸图像的检测，可以提取用于表征各个人脸部位的特征点，即面部几何特征点。

人脸部位图像：指人脸图像中包括特征性的局部区域的图像，通常指眼睛、眉毛、鼻子或嘴巴等部位的图像。

25 人脸拓扑结构：拓扑就是把实体抽象成与其大小、形状无关的“点”，而把连接实体的线路抽象成“线”，进而以图的形式来表示这些点与线之间关系的方法，其目的在于研究这些点、线之间的相连关系。表示点和线之间关系的图被称为拓扑结构图。拓扑结构与几何结构属于两个不同的数学概念。在几何结构中，我们要考察的是点、线之间的位置关系，或者说几何结构强调的是点与线所构成的形状及大小。如梯形、正方形、平行四边形及圆都属于不同的几何结构，但从拓扑结构的角度的去看，由于点、线间的连接关系相同，从而具有相同的拓扑结构即环型结构。也就是说，不同的几何结构可能具有相同的拓扑结构。人脸拓扑结构包括人脸的各个部位之间的相连关系。

下面结合附图，对本申请的实施例进行描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分的实施例，而不是全部的实施例。本领域普通技术人员可知，随着技术的发展和场景的出现，本申请实施例提供的技术方案对于类似的技术问题，同样适用。

35 本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的实施例能够以除了在这里图示或描述的内容以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了

一系列步骤或模块的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或模块，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或模块。在本申请中出现的对步骤进行的命名或者编号，并不意味着必须按照命名或者编号所指示的时间/逻辑先后顺序执行方法流程中的步骤，已经命名或者编号的流程步骤可以根据要实现的技术目的变更执行次序，只要能达到相同或者相类似的技术效果即可。

图 1 示出一种人工智能主体框架示意图，该主体框架描述了人工智能系统总体工作流程，适用于通用的人工智能领域需求。

下面从“智能信息链”（水平轴）和“IT 价值链”（垂直轴）两个维度对上述人工智能主题框架进行阐述。

“智能信息链”反映从数据的获取到处理的一系列过程。举例来说，可以是智能信息感知、智能信息表示与形成、智能推理、智能决策、智能执行与输出的一般过程。在这个过程中，数据经历了“数据—信息—知识—智慧”的凝练过程。

“IT 价值链”从人工智能的底层基础设施、信息（提供和处理技术实现）到系统的产业生态过程，反映人工智能为信息技术产业带来的价值。

(1) 基础设施：

基础设施为人工智能系统提供计算能力支持，实现与外部世界的沟通，并通过基础平台实现支撑。通过传感器与外部沟通；计算能力由智能芯片（CPU、NPU、GPU、ASIC、FPGA 等硬件加速芯片）提供；基础平台包括分布式计算框架及网络等相关的平台保障和支持，可以包括云存储和计算、互联互通网络等。举例来说，传感器和外部沟通获取数据，这些数据提供给基础平台提供的分布式计算系统中的智能芯片进行计算。

(2) 数据

基础设施的上一层的数据用于表示人工智能领域的数据来源。数据涉及到图形、图像、语音、文本，还涉及到传统设备的物联网数据，包括已有系统的业务数据以及力、位移、液位、温度、湿度等感知数据。

(3) 数据处理

数据处理通常包括数据训练，机器学习，深度学习，搜索，推理，决策等方式。

其中，机器学习和深度学习可以对数据进行符号化和形式化的智能信息建模、抽取、预处理、训练等。

推理是指在计算机或智能系统中，模拟人类的智能推理方式，依据推理控制策略，利用形式化的信息进行机器思维和求解问题的过程，典型的功能是搜索与匹配。

决策是指智能信息经过推理后进行决策的过程，通常提供分类、排序、预测等功能。

(4) 通用能力

对数据经过上面提到的数据处理后，进一步基于数据处理的结果可以形成一些通用的能力，比如可以是算法或者一个通用系统，例如，翻译，文本的分析，计算机视觉的处理，语音识别，图像的识别等等。

(5) 智能产品及行业应用

智能产品及行业应用指人工智能系统在各领域的产品和应用，是对人工智能整体解决方案的封装，将智能信息决策产品化、实现落地应用，其应用领域主要包括：智能制造、智能

交通、智能家居、智能医疗、智能安防、自动驾驶，平安城市，智能终端等。

参见附图 2，本申请实施例提供了一种系统架构 200。数据采集设备 260 用于采集人脸图像数据并存入数据库 230，训练设备 220 基于数据库 230 中维护的人脸图像数据生成目标模型/规则 201。下面将更详细地描述训练设备 220 如何基于人脸图像数据得到目标模型/规则 201，目标模型/规则 201 能够用于人脸识别、图像分类和虚拟现实等应用场景。

本申请实施例中，可以基于人脸图像数据进行训练，具体的，可以通过数据采集设备 260 采集各种人脸图像，包括存在遮挡的人脸图像，并存入数据库 230。此外，还可以直接从常用的数据库，如 LFW、YaleB、CMU PIE、CFW、Celeba 等数据库获取人脸图像数据。

该目标模型/规则 201 可以是基于神经网络得到的，下面对神经网络进行介绍。

10 神经网络中的每一层的工作可以用数学表达式  $\vec{y} = a(W \cdot \vec{x} + b)$  来描述：从物理层面神经网络中的每一层的工作可以理解为通过五种对输入空间（输入向量的集合）的操作，完成输入空间到输出空间的变换（即矩阵的行空间到列空间），这五种操作包括：1、升维/降维；2、放大/缩小；3、旋转；4、平移；5、“弯曲”。其中 1、2、3 的操作由  $W \cdot \vec{x}$  完成，4 的操作由  $+b$  完成，5 的操作则由  $a()$  来实现。这里之所以用“空间”二字来表述是因为被分类的对象并不是单个事物，而是一类事物，空间是指这类事物所有个体的集合。其中， $W$  是权重向量，该向量中的每一个值表示该层神经网络中的一个神经元的权重值。该向量  $W$  决定着上文所述的输入空间到输出空间的空间变换，即每一层的权重  $W$  控制着如何变换空间。训练神经网络的目的，也就是最终得到训练好的神经网络的所有层的权重矩阵（由很多层的向量  $W$  形成的权重矩阵）。因此，神经网络的训练过程本质上就是学习控制空间变换的方式，  
15 更具体的就是学习权重矩阵。

因为希望深度神经网络的输出尽可能的接近真正想要预测的值，所以可以通过比较当前网络的预测值和真正想要的目标值，再根据两者之间的差异情况来更新每一层神经网络的权重向量（当然，在第一次更新之前通常会有初始化的过程，即为神经网络中的各层预先配置参数），比如，如果网络的预测值高了，就调整权重向量让它预测低一些，不断的调整，  
25 直到神经网络能够预测出真正想要的目标值。因此，就需要预先定义“如何比较预测值和目标值之间的差异”，这便是损失函数（loss function）或目标函数（objective function），它们是用于衡量预测值和目标值的差异的重要方程。其中，以损失函数举例，损失函数的输出值（loss）越高表示差异越大，那么深度神经网络的训练就变成了尽可能缩小这个 loss 的过程。

30 训练设备 220 得到的目标模型/规则可以应用不同的系统或设备中。在附图 2 中，执行设备 210 配置有 I/O 接口 212，与外部设备进行数据交互，“用户”可以通过客户设备 240 向 I/O 接口 212 输入数据。

执行设备 210 可以调用数据存储系统 250 中的数据、代码等，也可以将数据、指令等存入数据存储系统 250 中。

35 计算模块 211 使用目标模型/规则 201 对输入的数据进行处理，以人脸图像识别为例，计算模块 211 可以对输入的人脸图像进行解析，得到人脸图像中的纹理信息等图像特征。

关联功能模块 213 可以对计算模块 211 中的图像数据进行预处理，例如进行人脸图像预处理，包括人脸对齐等。

关联功能模块 214 可以对计算模块 211 中的图像数据进行预处理，例如进行人脸图像预处理，包括人脸对齐等。

最后，I/O 接口 212 将处理结果返回给客户设备 240，提供给用户。

更深层地，训练设备 220 可以针对不同的目标，基于不同的数据生成相应的目标模型/规则 201，以给用户提供更佳的结果。

在附图 2 中所示情况下，用户可以手动指定输入执行设备 210 中的数据，例如，在 I/O 接口 212 提供的界面中操作。另一种情况下，客户设备 240 可以自动地向 I/O 接口 212 输入数据并获得结果，如果客户设备 240 自动输入数据需要获得用户的授权，用户可以在客户设备 240 中设置相应权限。用户可以在客户设备 240 查看执行设备 210 输出的结果，具体的呈现形式可以是显示、声音、动作等具体方式。客户设备 240 也可以作为数据采集端将采集到训练数据存入数据库 230。

值得注意的，附图 2 仅是本申请实施例提供的一种系统架构的示意图，图中所示设备、器件、模块等之间的位置关系不构成任何限制，例如，在附图 2 中，数据存储系统 250 相对执行设备 210 是外部存储器，在其它情况下，也可以将数据存储系统 250 置于执行设备 210 中。

卷积神经网络 (convolutional neural network, CNN) 是一种带有卷积结构的深度神经网络，是一种深度学习 (deep learning) 架构，深度学习架构是指通过机器学习的算法，在不同的抽象层级上进行多个层次的学习。作为一种深度学习架构，CNN 是一种前馈 (feed-forward) 人工神经网络，以图像处理为例，该前馈人工神经网络中的各个神经元对输入其中的图像中的重叠区域作出响应。

如图 3 所示，卷积神经网络 (CNN) 100 可以包括输入层 110，卷积层/池化层 120，其中池化层为可选的，以及神经网络层 130。

卷积层/池化层 120：

卷积层：

如图 3 所示卷积层/池化层 120 可以包括如示例 121-126 层，在一种实现中，121 层为卷积层，122 层为池化层，123 层为卷积层，124 层为池化层，125 为卷积层，126 为池化层；在另一种实现方式中，121、122 为卷积层，123 为池化层，124、125 为卷积层，126 为池化层。即卷积层的输出可以作为随后的池化层的输入，也可以作为另一个卷积层的输入以继续进行卷积操作。

以卷积层 121 为例，卷积层 121 可以包括很多个卷积算子，卷积算子也称为核，其在图像处理中的作用相当于一个从输入图像矩阵中提取特定信息的过滤器，卷积算子本质上可以是一个权重矩阵，这个权重矩阵通常被预先定义，在对图像进行卷积操作的过程中，权重矩阵通常在输入图像上沿着水平方向一个像素接着一个像素（或两个像素接着两个像素……这取决于步长 stride 的取值）的进行处理，从而完成从图像中提取特定特征的工作。该权重矩阵的大小应该与图像的大小相关，需要注意的是，权重矩阵的纵深维度 (depth dimension) 和输入图像的纵深维度是相同的，在进行卷积运算的过程中，权重矩阵会延伸到输入图像的整个深度。因此，和一个单一的权重矩阵进行卷积会产生一个单一纵深维度的卷积化输出，但是大多数情况下不使用单一权重矩阵，而是应用维度相同的多个权重矩阵。每个权重矩阵

的输出被堆叠起来形成卷积图像的纵深维度。不同的权重矩阵可以用来提取图像中不同的特征，例如一个权重矩阵用来提取图像边缘信息，另一个权重矩阵用来提取图像的特定颜色，又一个权重矩阵用来对图像中不需要的噪点进行模糊化……该多个权重矩阵维度相同，经过该多个维度相同的权重矩阵提取后的特征图维度也相同，再将提取到的多个维度相同的特征图合并形成卷积运算的输出。

这些权重矩阵中的权重值在实际应用中需要经过大量的训练得到，通过训练得到的权重值形成的各个权重矩阵可以从输入图像中提取信息，从而帮助卷积神经网络 100 进行正确的预测。

当卷积神经网络 100 有多个卷积层的时候，初始的卷积层（例如 121）往往提取较多的一般特征，该一般特征也可以称之为低级别的特征；随着卷积神经网络 100 深度的加深，越往后的卷积层（例如 126）提取到的特征越来越复杂，比如高级别的语义之类的特征，语义越高的特征越适用于待解决的问题。

池化层：

由于常常需要减少训练参数的数量，因此卷积层之后常常需要周期性的引入池化层，即如图 3 中 120 所示的 121-126 各层，可以是一层卷积层后面跟一层池化层，也可以是多层卷积层后面接一层或多层池化层。在图像处理过程中，池化层的唯一目的就是减少图像的空间大小。池化层可以包括平均池化算子和/或最大池化算子，以用于对输入图像进行采样得到较小尺寸的图像。平均池化算子可以在特定范围内对图像中的像素值进行计算产生平均值。最大池化算子可以在特定范围内取该范围内值最大的像素作为最大池化的结果。另外，就像卷积层中用权重矩阵的大小应该与图像大小相关一样，池化层中的运算符也应该与图像的大小相关。通过池化层处理后输出的图像尺寸可以小于输入池化层的图像的尺寸，池化层输出的图像中每个像素点表示输入池化层的图像的对应子区域的平均值或最大值。

神经网络层 130：

在经过卷积层/池化层 120 的处理后，卷积神经网络 100 还不足以输出所需要的输出信息。因为如前所述，卷积层/池化层 120 只会提取特征，并减少输入图像带来的参数。然而为了生成最终的输出信息（所需要的类信息或别的相关信息），卷积神经网络 100 需要利用神经网络层 130 来生成一个或者一组所需要的类的数量的输出。因此，在神经网络层 130 中可以包括多层隐含层（如图 3 所示的 131、132 至 13n）以及输出层 140，该多层隐含层中所包含的参数可以根据具体的任务类型的相关训练数据进行预先训练得到，例如该任务类型可以包括图像识别，图像分类，图像超分辨率重建等等。

在神经网络层 130 中的多层隐含层之后，也就是整个卷积神经网络 100 的最后层为输出层 140，该输出层 140 具有类似分类交叉熵的损失函数，具体用于计算预测误差，一旦整个卷积神经网络 100 的前向传播（如图 3 由 110 至 140 的传播为前向传播）完成，反向传播（如图 3 由 140 至 110 的传播为反向传播）就会开始更新前面提到的各层的权重值以及偏差，以减少卷积神经网络 100 的损失及卷积神经网络 100 通过输出层输出的结果和理想结果之间的误差。

需要说明的是，如图 3 所示的卷积神经网络 100 仅作为一种卷积神经网络的示例，在具体的应用中，卷积神经网络还可以以其他网络模型的形式存在，例如，如图 4 所示的多个卷

积层/池化层并行，将分别提取的特征均输入给全神经网络层 130 进行处理。

下面结合图 5 介绍本申请实施例中人脸识别方法的系统架构图；

本申请实施例提供的人脸识别方法适用于居家、安防等各种场景下的人脸识别，包括机器人、智能手机、台式电脑、平板电脑、电视、家用或公共安全监控摄像头、照相机、门禁、  
5 门锁、考勤机、智能眼镜等产品的身份验证、个性化定制、表情模拟等使用场景。人脸识别的过程可以由上述实体完成，也可以通过网络，与专用的服务器连接，由服务器完成，具体此处不做限定。

对于通过服务器进行人脸识别的场景，其中，网络包括多种类型的无线或部分无线通信网络中的一个或多个，例如局域网 (LAN)、无线局域网 (WLAN)、个人局域网 (PAN)、广域网  
10 (WAN)、内联网、互联网、对等网络、点对点网络或网状网络等，具体此处不做限定。

下面结合图 6 对本申请实施例的人脸识别方法进行详细的介绍。

601、获取人脸图像；

人脸识别装置获取人脸图像，可选的，人脸识别装置通过内置或外设的摄像头拍摄图像，然后从拍摄图像中检测到包括人脸信息的人脸图像。

15 示例性的，机器人通过摄像头采集图像并探测图像中包括人脸，即可获取人脸图像。

602、对人脸图像进行预处理；

人脸识别装置对人脸图像进行预处理，原始的人脸图像由于受到各种条件的限制和随机干扰，往往不能直接使用，必须在图像处理的早期阶段对它进行灰度矫正、噪声过滤等图像  
20 预处理，获取预处理后的图像，用于后续特征提取。

人脸图像预处理可以包括：人脸对齐、光线补偿、灰度变换、直方图均衡化、归一化处理、几何校正、中值滤波以及锐化等。具体处理流程此处不做限定，其中，归一化处理用于取得尺寸一致、灰度取值范围相同的标准化人脸图像，中值滤波可用于图片的平滑操作以消除噪声。

可选的，对人脸图像进行人脸对齐处理，根据人脸特征点的位置，将不同尺度，不同方向的人脸归一化到统一尺度，得到人脸位置端正的图像。包括：

1、人脸框归一化到统一尺度，图像中人脸的范围可以由人脸框区域标识，人脸框大小与图像拍摄时人体与摄像头之间的距离有关，距离近，则人脸大，距离远，则人脸小。通过人脸对齐可以将人脸框归一化到统一尺度，目的是便于后续的特征提取；

2、人脸旋转，由于人脸图像中的人可能有不同的姿态，例如检测到的人脸可能是正脸，  
30 可能是侧脸，通过人脸对齐，进行人脸旋转，将不同姿态的人脸尽可能转到同一角度，便于识别，可选的，旋转至鼻子正向；

人脸对齐可以减少距离或姿态对后续特征提取的影响，在统一尺度上识别人脸。

603、获取人脸拓扑结构特征；

人脸识别装置检测待识别人脸图像中的面部几何特征点，面部几何特征点包括用于表征  
35 各个人脸部位的特征点，例如眼睛、鼻子和嘴巴和面部轮廓等。

人脸识别装置可以通过预设算法检测面部几何特征点，此处对于预设算法的具体类型不做限定。此外，提取面部几何特征点的数量不做限定，可以提取 68 个特征点，或者 128 个特征点，示例性的，请参阅图 7，为本申请实施例中面部几何特征点的示意图，图中示出了 68

个面部几何特征点。

根据目标几何特征点，可以确定多个人脸部位特征点集合，例如图 7 中，面部几何特征点 18 至 22 组成的人脸部位特征点集合用于指示左眉部位 701；面部几何特征点 23 至 27 组成的人脸部位特征点集合用于指示右眉部位 702；面部几何特征点 37 至 42 组成的人脸部位特征点集合用于指示左眼部位 703；面部几何特征点 43 至 48 组成的人脸部位特征点集合用于指示右眼部位 704；面部几何特征点 28 至 36 组成的人脸部位特征点集合用于指示鼻子部位 705；面部几何特征点 49 至 68 组成的人脸部位特征点集合用于指示嘴巴部位 706。

由于人脸各个部位的相对位置关系固定，以鼻子为中心发散分布，利用此先验信息和检测到的面部几何特征点，计算各个人脸部位特征点集合之间的连接关系，构建人脸拓扑结构，获取人脸拓扑结构特征。

获取人脸拓扑结构特征的方法有多种：

可选的，人脸拓扑结构特征表示为特征向量集合，特征向量集合中的特征向量用于指示所述多个人脸部位特征点集合中任意两个人脸部位特征点集合之间的相对位置关系。请参阅图 8，为本申请实施例中人脸拓扑结构的示意图。

P 表示人脸部位特征点集合，向量  $c_{i,j}$  表示人脸部位特征点集合 i 和 j 之间的连接关系。

人脸拓扑结构表示为  $[c_{0,1}, c_{0,2}, c_{0,5}, c_{1,2}, c_{1,3}, c_{3,4}, c_{2,4}, c_{2,5}, c_{1,5}]$ ，示例性的，向量  $c_{0,1}$  可以根据 P0 的位置坐标，P1 的位置坐标得到。向量表示法仅列出了具有连接关系的特征关系，可以理解的是，不直接具有连接关系的两个人脸部位，也可以根据拓扑结构信息间接获取其连接关系。

对人脸结构特征进行归一化，归一化是指将特征采用统一的度量单位，度量标准，如采用以鼻子为原点，眼睛到鼻子的距离为  $c_{0,1}$ ，这个距离可以是图像坐标系为计算体系，也可进一步将距离归一化到 0 至 1 之间。

可选的，人脸拓扑结构特征表示为特征矩阵，所述特征矩阵中的元素用于指示所述多个人脸部位特征点集合中任意两个人脸部位特征点集合之间的相对位置关系，如下所示，其中没有连接关系的  $c_{ij}=0$ ，例如上图中的 p1 和 p4 之间没有连接关系，那  $c_{1,4}$  可以表示成 0。

$$\begin{pmatrix} c_{0,0} & \cdots & c_{0,5} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{5,0} & \cdots & c_{5,5} \end{pmatrix}$$

需要说明的是，除了图 8 中示意的连接关系之外，还可以定义其他的连接关系，如欧氏距离、曲率或角度等，具体此处不做限定。

可选的，构建所述多个人脸部位特征点集合与标准人脸的人脸部位特征点集合之间的映射关系，将所述映射关系输入到预训练的人脸拓扑结构特征提取网络，以获取人脸拓扑结构特征。人脸图像中各人脸部位与标准人脸中对应的各人脸部位之间的映射关系可以用距离和/或角度等度量关系来表达，用于指示所述多个人脸部位特征点集合之间的相对位置关系。

标准人脸是用来作参考标准的人脸图像，请参阅图 9，在中间的标准人脸上，对眼睛、鼻子、眉毛、嘴巴等部位都标注了至少一个特征点，例如鼻子部位可以用 1 个特征点进行标注，也可以用多个特征点进行标注，每个部位标注的特征点数量具体不做限定，可以由开发

人员指定。在已知标准人脸的特征点拓扑结构的情况下，根据待识别人脸图像中人脸部位特征点集合与标准人脸上各个部位的特征点集合的映射关系，可以确定待识别人脸图像中各个特征点的位置关系，多个人脸部位特征点集合之间的相对位置关系。

5 映射关系可以用距离和/或角度等度量关系来表达，如待识别人脸图像中检测的面部几何特征点中，鼻子部位特征点集合中的一个特征点，与标准人脸的鼻子部位特征点集合中的一个特征点之间的度量关系是  $a$ 。

10 示例性的，假设标准人脸中面部几何特征点数量为 68，对于待识别人脸图像中检测到面部几何特征点数量为 68，在平面坐标系中，一个特征点可以用二维数据标识。待识别人脸图像中一个特征点，与标准人脸图像中 68 个点之间的位置关系的数据量为  $1*68*2$ ，待识别人脸图像中 68 个特征点与标准人脸图像中 68 个点之间的位置关系的数据量为  $68*68*2$  的数据块。

将表征映射关系的数据输入到预训练的人脸拓扑结构特征提取网络，可以获取人脸拓扑结构特征。

604、提取人脸部位图像；

15 人脸识别装置可以从人脸图像中确定各人脸部位。

从人脸图像中确定各人脸部位的方法有多种，可以先提取几何特征点，进而从人脸图像中分割出人脸部位。也可以通过预训练的人脸部位判别模型，用于提取人脸部位。对于从人脸图像中确定各人脸部位的方法，具体此处不做限定。

20 可选的，从图像中提取的人脸部位包括：嘴、鼻、左眼、左眉、右眼和右眉，进行区分的人脸部位可以预先设定，此处不做限定。请参阅图 10，为本申请实施例中人脸部位图像以及遮挡翻转处理的示意图。

25 可选的，根据预设的针对每个人脸部位的部位判别模型确定各个人脸部位是否被遮挡。若被遮挡部位为成对部位中的一个，且成对部位中的另一个未被遮挡，例如，图 10 所示，眉毛或者眼睛被遮挡一个，则将成对部位中未被遮挡的另一个部位水平翻转，作为当前被遮挡部位的恢复图像。

需要说明的是，步骤 604 与步骤 603 之间的执行顺序不做限定，可以先执行步骤 603，再执行步骤 604，也可以先执行步骤 604，再执行步骤 603。

605、获取人脸图像特征；

30 将步骤 602 中经过预处理的完整人脸图像输入由第一网络训练得到的人脸整体特征提取网络进行特征提取，输出人脸整体特征；

将步骤 604 中获取的人脸部位图像输入预训练的部位特征提取网络进行特征提取，输出目标部位特征；需要说明的是，每个人脸部位都可以预设对应的特征提取网络，对于人脸的多个部位，可以分别预设不同的部位特征提取网络进行特征提取，然后综合针对各个部位提取的单个部位特征得到目标部位特征。

35 可选的，目标部位特征为所述多个部位特征的加权平均值，所述多个部位特征的权值为预设值。可选的，人脸识别装置检测将多个人脸部位图像中的人脸部位是否被遮挡，对于被遮挡的部位，可以在该部位的初始预设权值的基础上降低权值，由此，可以降低部位遮挡对人脸识别带来的影响。

人脸整体特征提取网络、人脸拓扑结构特征提取网络和部位特征提取网络的训练过程请参考图 11 对应的实施例，此处不做具体介绍。

606、进行特征比对，获取人脸识别结果。

特征匹配模块将当前人脸的特征与人脸数据库中的人脸特征进行匹配，根据特征之间的相似性度量，获取人脸识别的结果。

本申请实施例提供的人脸识别方法，把人脸识别问题，划分为整体脸部识别、部位识别和基于结构化信息的特征识别；将任务解剖，能一定程度的减小网络体量，减少网络深度，增大宽度，使特征提取过程更加有效率，有效果；

针对部位提取特征，降低低响应区的影响，增强高响应区的感受野，学习更多的纹理信息，来增强特征的判断性和鲁棒性。部位识别时采用具有权重分布的策略，降低低响应部位对最终判别结果的影响，提高高响区的影响，利于人脸的识别；

当部位遮挡，该部位信息无效时，寻求匹配的人脸部位翻转，提取特征，遮挡判别器的加入，降低遮挡部位对人脸识别的影响。

提出专门学习人脸拓扑结构的特征提取单元，学习人脸与标准人脸之间的差异性，及其各个拓扑节点之间的链接关系，通过链接各层之间的信息，获得更多的结构化信息，可以在不影响正常的人脸识别的前提下，降低遮挡对人脸识别的影响。

下面介绍本申请提供的人脸识别方法中特征提取网络的训练方法，请参阅图 11，该方法包括：

1101、从人脸数据库获取人脸图像；

人脸识别装置从人脸数据库获取人脸图像，人脸数据库可以从网上下载，也可以自己建立一部分数据库，具体此处不做限定。常用的人脸数据库有 LFW 数据集、Yale 系列等。

可选的，人脸数据库中包括有遮挡的人脸图像，或者对人脸数据库中的人脸图像进行遮挡处理，生成有遮挡的人脸图像，具体此处不做限定。

1102、人脸图像预处理；

1103、提取人脸部位图像；

步骤 1102 至步骤 1103 与图 6 对应的实施例中步骤 602 和步骤 604 的方法类似，此处不再赘述。

1104、构建人脸拓扑结构；

请参考图 6 对应的实施例中步骤 603，构建所述多个人脸部位特征点集合与标准人脸的人脸部位特征点集合之间的映射关系，获取表征映射关系的数据，代表人脸拓扑结构。

1105、将人脸图像、部位图像和人脸拓扑结构分别输入不同网络进行训练；

分别将人脸图像、部位图像、人脸拓扑数据分别输入到网络 1、网络 2、网络 3 中进行训练。请参阅图 12，为本申请实施例中特征提取网络架构的示意图。

1、网络 1 训练得到的人脸整体特征提取网络的训练过程，对应于图 12 中标识 1 部分；

第一网络可以为现有的各种人脸整体特征提取网络，具体此处不做限定。

示例性的，输入图像数据为  $H*W*3$  的人脸图像，其中  $H$  为图像的高， $W$  为图像宽，3 代表 RGB (red green blue) 3 通道，可选的，将多个尺度的图像作为训练的输入，可以使得图像在多尺度下具有鲁棒性。

输入图像经过 9 个卷积层，图 12 中每个块包括 3 个卷积层，输出 [T\*1] 向量。

全连接层后面接 softmax 层（图中未示出）。这个层的输入是将 [T\*1] 向量输入 softmax 层，输出也是 [T\*1] 向量。将输出的每个向量都归一化到 [0, 1] 之间。这里的 softmax 输出的向量是该样本属于每一类的概率。

5 第一网络损失函数 L1 如下：

$$L_1 = L_s + \partial L_c$$

$$= -\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \log \frac{e^{w_i x_i + b_i}}{\sum_{j=1}^n e^{w_j x_j + b_j}} + \partial \sum_{i=1}^m \frac{x_i \cdot x_j}{\|x_i\| \cdot \|x_j\|}$$

10 其中 Ls 是类间差异 softmax loss, Lc 是类内个体差异 center loss, 其中 m 为批大小 (batch\_size), Xi 是 [T\*1] 的向量的第 i 个值, Xj 是第 j 个值, wi 是卷积的权值, 由反向传播学习而来, bi 是对应的偏置。

输入图像经过网络 1, 得到特征矩阵 (1\*W 维); 每张图像块对应的得分, 该得分为 [0, 1] 范围内的实数。

2、网络 2 训练得到的部位特征提取网络的训练过程, 对应于图 12 中标识 2、3 部分。

15 不同人脸部位对人脸识别的重要性是不一样的, 一般而言, 眼睛的权重最大, 鼻子、嘴巴次之, 眉毛的权重最小。

同时, 部位是否被遮挡也影响人脸识别的效果, 如果某个部位被遮挡, 则应降低该部位的权重。

在本步骤中, 每个部位网络的输入为 H\*W\*3 的部位图像, 经过部位判别器, 将每个部位的图片进行处理, 并得到各人脸部位是否被遮挡的结果。

20 如上图所示为部位网络的示例, 部位网络可采用小网络, 针对部位提取特征, 降低低响应区的影响, 增强高响应区的感受野, 学习更多的高分辨率纹理信息, 来增强特征的判断性和鲁棒性。

根据不同人脸部位的响应特性, 为每个部位设置初始权值, 可以由产品开发人员自行定义, 如眼睛的权重为 0.4, 鼻子、嘴巴为 0.25, 眉毛的权重为 0.1。

25 经过部位判别器处理后的当前部位的图像数据和部位是否被遮挡的结果经过上述部位网络得到 N\*1 维的特征向量和每个部位最后的部位权值 wi。

如果部位被遮挡, 在初始权值的基础上进行下降调整, 例如: 若眼睛被遮挡, 则经过部位网络后, 眼睛部位的权值被调整为 0。

损失函数如下:

$$L_2 = \sum_{i=1}^k w_i * L_i$$

30 其中, wi 是卷积的权值, k 代表提取的人脸部位数量, Li 是每个部位的计算 loss 函数, 计算公式如下:

$$L_i = -\log \left( \frac{e^{s(\cos(\theta_i) - m)}}{e^{s(\cos(\theta_i) - m)} + \sum_{j=1, j \neq i}^n e^{s \cos(\theta_j)}} \right)$$

其中  $\theta_{j,i}$  为向量  $W_j, x_i$  之间的角度,  $\theta_{j,i} \in (0, \pi)$ , 余弦代表特征向量与权重向量的角度余弦值。参数  $m$  的意义是使得类间的距离足够大, 使类内距离足够小。

3、网络 3 训练得到的人脸拓扑结构特征提取网络, 对应于图 12 中标识 4 部分;

5 采用标准人脸方式构建人脸拓扑结构时, 获取表征映射关系的数据, 将该数据输入到网络 3 进行训练, 获取人脸拓扑结构特征提取网络, 可以用于获取人脸拓扑结构特征。

网络 3 训练可以得到人脸拓扑结构特征提取网络, 以 68 点人脸特征点 2 维度量关系距离, 网络输入就是是  $68*68*2$  大小的数据块, 经过网络卷积层和全连接层, 提取构建人脸和标准人脸之间的差异化特征, 输出是  $M*1$  维的特征向量。

网络 3 的损失函数  $L_3$  如下:

$$10 \quad L_3 = -\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \log \frac{e^{w_i x_i + b_i}}{\sum_{j=1}^n e^{w_j x_j + b_j}}$$

15 其中其中  $m$  为批大小 (batch\_size),  $n$  为  $XX$ ,  $X_i$  是  $[T*1]$  的向量的第  $i$  个值,  $X_j$  是第  $j$  个值,  $w_i$  是卷积的权值,  $w_j$  代表  $XX$ , 由反向传播学习而来,  $b_i$  是第  $i$  个值对应的偏置,  $b_j$  是第  $j$  个值对应的偏置。

4、将网络 1 的输出  $S_i$ , 网络 2 的输出  $S_j$ , 网络 3 的输出  $S_k$ , 整合成一个输出。

$$L_{total} = S_i L_1 + S_j L_2 + S_k L_3$$

20 可选的, 训练过程也可以不训练部位特征 (网络 2), 在识别的过程中, 使用人脸整体特征和人脸拓扑结构特征来完成人脸识别。

可选的, 训练过程也可以不训练人脸整体特征 (网络 1), 在识别的过程中, 使用人脸部位特征和人脸拓扑结构特征来完成人脸识别。

下面对实现人脸识别的人脸识别装置进行介绍, 请参阅图 13, 为本申请实施例中人脸识别装置的一个实施例示意图;

25 该人脸识别装置包括:

获取模块 1301, 用于获取待识别的人脸图像;

提取模块 1302, 用于根据该人脸图像, 通过预训练的特征提取网络, 提取人脸图像特征;

30 确定模块 1303, 用于提取该人脸图像中的多个面部几何特征点, 以确定多个特征点集合, 该多个特征点集合中每个特征点集合对应一个人脸部位, 该特征点集合包括至少一个面部几何特征点;

该获取模块 1301, 还用于根据该多个特征点集合获取人脸拓扑结构特征, 该人脸拓扑结构特征用于确定该多个特征点集合之间的相对位置关系;

匹配模块 1304, 用于根据该人脸拓扑结构特征和该人脸图像特征在预设的人脸数据库中进行匹配, 以获取人脸识别结果。

35 可选的, 该人脸拓扑结构特征包括:

特征向量集合, 该特征向量集合中的特征向量用于指示该多个特征点集合中任意两个该特征点集合之间的相对位置关系; 或者,

特征矩阵, 该特征矩阵中的元素用于指示该多个特征点集合中任意两个该特征点集合之

间的相对位置关系。

可选的，该确定模块 1303 还用于：

构建该多个特征点集合与标准人脸的多个特征点集合之间的映射关系，该映射关系用于确定该多个特征点集合之间的相对位置关系；

5 该获取模块 1301 具体用于：将该映射关系输入到预训练的人脸拓扑结构特征提取网络，以获取该人脸拓扑结构特征。

可选的，该映射关系包括该多个特征点集合与该标准人脸的多个特征点集合之间的距离和/或角度。

可选的，该人脸拓扑结构特征提取网络为第一网络训练后得到；

10 该提取模块 1302 还用于，从人脸图像训练样本中提取多个面部几何特征点，以确定多个样本特征点集合，该多个样本特征点集合中每个特征点集合对应该训练样本的一个人脸部位，该样本特征点集合包括至少一个面部几何特征点；

该获取模块 1301 还用于，获取该样本特征点集合与标准人脸的特征点集合之间的映射关系，并输入到该第一网络进行训练，获取第一损失值；

15 该获取模块 1301 还用于，根据该第一损失值更新该第一网络中的权重参数，以获取该人脸拓扑结构特征提取网络。

可选的，该提取模块 1302 具体用于：

将述人脸图像输入到预训练的人脸整体特征提取网络，以提取人脸整体特征。

可选的，该提取模块 1302 具体用于：

20 从该人脸图像中提取第一人面部部位图像；

将该第一人面部部位图像输入到预训练的第一部位特征提取网络，以提取第一部位特征，该第一部位特征用于在该人脸数据库中进行匹配，以获取该人脸识别结果。

可选的，该第一部位特征提取网络为第二网络训练后得到，该获取模块 1301 还用于：

25 将从人脸图像训练样本中提取的人脸部位图像输入到该第二网络进行训练，获取第二损失值；

该获取模块 1301 还用于，根据该第二损失值更新该第二网络中的权重参数，以获取该第一部位特征提取网络。

可选的，该提取模块 1302 还用于：

从该人脸图像中提取多个人脸部位图像；

30 该提取模块 1302 具体用于，将该多个人脸部位图像分别输入预训练的多个部位特征提取网络，以提取多个部位特征；

该确定模块 1303 还用于，根据该多个部位特征确定该人脸图像的目标部位特征。

可选的，该目标部位特征根据该多个部位特征的加权平均值确定，该多个部位特征的权值为预设值。

35 可选的，该人脸识别装置还包括：

检测模块 1305，用于检测该多个人脸部位图像中的人脸部位是否被遮挡；

该确定模块 1303 还用于，若第一人面部部位图像中的第一人面部部位被遮挡，且第二人脸部位图像中的第二人脸部位未被遮挡，该第二人脸部位为该第一人面部部位的对称部位，则将该

第二人脸部位图像的水平翻转图像确定为该第一人脸部位的恢复图像，该恢复图像用于输入该部位特征提取网络以提取该部位特征。

可选的，该人脸识别装置还包括：

更新模块 1306，用于基于该第一人脸部位被遮挡，更新该第一人脸部位的部位特征的权  
5 值，更新的第一权值小于该第一人脸部位的预设第一权值。

可选的，该获取模块 1301 还用于：

对该人脸图像进行预处理，以获取预处理后的人脸图像，该预处理包括人脸对齐，该预处理后的人脸图像用于提取该人脸图像特征和提取该多个面部几何特征点。

图 14 为本申请实施例提供的一种芯片硬件结构图。

10 图 3 和图 4 所示的基于卷积神经网络的算法可以在图 14 所示的 NPU 芯片中实现。

神经网络处理器 NPU 50 NPU 作为协处理器挂载到主 CPU (Host CPU) 上，由 Host CPU 分配任务。NPU 的核心部分为运算电路 50，通过控制器 504 控制运算电路 503 提取存储器中的矩阵数据并进行乘法运算。

15 在一些实现中，运算电路 503 内部包括多个处理单元 (process engine, PE)。在一些实现中，运算电路 503 是二维脉动阵列。运算电路 503 还可以是一维脉动阵列或者能够执行例如乘法和加法这样的数学运算的其它电子线路。在一些实现中，运算电路 503 是通用的矩阵处理器。

20 举例来说，假设有输入矩阵 A，权重矩阵 B，输出矩阵 C。运算电路从权重存储器 502 中取矩阵 B 相应的数据，并缓存在运算电路中每一个 PE 上。运算电路从输入存储器 501 中取矩阵 A 数据与矩阵 B 进行矩阵运算，得到的矩阵的部分结果或最终结果，保存在累加器 508 accumulator 中。

统一存储器 506 用于存放输入数据以及输出数据。权重数据直接通过存储单元访问控制器 505 (direct memory access controller, DMAC) 被搬运到权重存储器 502 中。输入数据也通过 DMAC 被搬运到统一存储器 506 中。

25 BIU 为 Bus Interface Unit 即，总线接口单元 510，用于 AXI 总线与 DMAC 和取指存储器 509 Instruction Fetch Buffer 的交互。

总线接口单元 510 (bus interface unit, 简称 BIU)，用于取指存储器 509 从外部存储器获取指令，还用于存储单元访问控制器 505 从外部存储器获取输入矩阵 A 或者权重矩阵 B 的原数据。

30 DMAC 主要用于将外部存储器 DDR 中的输入数据搬运到统一存储器 506 或将权重数据搬运到权重存储器 502 中或将输入数据数据搬运到输入存储器 501 中。

35 向量计算单元 507 可以包括多个运算处理单元，在需要的情况下，对运算电路的输出做进一步处理，如向量乘，向量加，指数运算，对数运算，大小比较等等。主要用于神经网络中非卷积/FC 层网络计算，如 Pooling(池化)，Batch Normalization(批归一化)，Local Response Normalization(局部响应归一化)等。

在一些实现种，向量计算单元能 507 将经处理的输出的向量存储到统一缓存器 506。例如，向量计算单元 507 可以将非线性函数应用到运算电路 503 的输出，例如累加值的向量，用以生成激活值。在一些实现中，向量计算单元 507 生成归一化的值、合并值，或二者均有。

在一些实现中，处理过的输出的向量能够用作到运算电路 503 的激活输入，例如用于在神经网络中的后续层中的使用。

控制器 504 连接的取指存储器 (instruction fetch buffer) 509，用于存储控制器 504 使用的指令；

5 统一存储器 506，输入存储器 501，权重存储器 502 以及取指存储器 509 均为 On-Chip 存储器。外部存储器私有于该 NPU 硬件架构。

其中，图 3 和图 4 所示的卷积神经网络中各层的运算可以由矩阵计算单元 212 或向量计算单元 507 执行。

10 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。

请参阅图 15，为本申请实施例中一种人脸识别装置的另一个实施例示意图。本实施例提供的人脸识别装置可以包括终端或服务器，本申请实施例中对其具体设备形态不做限定。

该人脸识别装置 1500 可因配置或性能不同而产生比较大的差异，可以包括一个或一个以上处理器 1501 和存储器 1502，该存储器 1502 中存储有程序或数据。

15 其中，存储器 1502 可以是易失性存储或非易失性存储。可选地，处理器 1501 是一个或多个中央处理器 (CPU, Central Processing Unit, 该 CPU 可以是单核 CPU，也可以是多核 CPU。处理器 1501 可以与存储器 1502 通信，在人脸识别装置 1500 上执行存储器 1502 中的一系列指令。

20 该人脸识别装置 1500 还包括一个或一个以上有线或无线网络接口 1503，例如以太网接口。

可选地，尽管图 15 中未示出，人脸识别装置 1500 还可以包括一个或一个以上电源；一个或一个以上输入输出接口，输入输出接口可以用于连接显示器、鼠标、键盘、触摸屏设备、图像采集模块或其他传感设备等，输入输出接口为可选部件，可以存在也可以不存在，此处不做限定。

25 本实施例中人脸识别装置 1500 中的处理器 1501 所执行的流程可以参考前述方法实施例中描述的方法流程，此处不加赘述。

30 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。

35 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。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

所述集成的单元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时，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全部或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，以上实施例仅用以说明本申请的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的精神和范围。

## 权利要求

1、一种人脸识别方法，其特征在于，包括：

获取待识别的人脸图像；

根据所述人脸图像，通过预训练的特征提取网络，提取人脸图像特征；

5 提取所述人脸图像中的多个面部几何特征点，以确定多个特征点集合，所述多个特征点集合中每个特征点集合对应一个人脸部位，所述特征点集合包括至少一个面部几何特征点；

根据所述多个特征点集合获取人脸拓扑结构特征，所述人脸拓扑结构特征用于确定所述多个特征点集合之间的相对位置关系；

10 根据所述人脸拓扑结构特征和所述人脸图像特征在预设的人脸数据库中进行匹配，以获取人脸识别结果。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述人脸拓扑结构特征包括：

特征向量集合，所述特征向量集合中的特征向量用于指示所述多个特征点集合中任意两个所述特征点集合之间的相对位置关系；或者，

15 特征矩阵，所述特征矩阵中的元素用于指示所述多个特征点集合中任意两个所述特征点集合之间的相对位置关系。

3、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，根据所述多个人脸部位特征点集合获取人脸拓扑结构特征包括：

构建所述多个特征点集合与标准人脸的多个特征点集合之间的映射关系，所述映射关系用于确定所述多个特征点集合之间的相对位置关系；

20 将所述映射关系输入到预训练的人脸拓扑结构特征提取网络，以获取所述人脸拓扑结构特征。

4、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述映射关系包括所述多个特征点集合与所述标准人脸的多个特征点集合之间的距离和/或角度。

25 5、根据权利要求3或4所述的方法，其特征在于，所述人脸拓扑结构特征提取网络为第一网络训练后得到，所述方法还包括：

从人脸图像训练样本中提取多个面部几何特征点，以确定多个样本特征点集合，所述多个样本特征点集合中每个特征点集合对应所述训练样本的一个人脸部位，所述样本特征点集合包括至少一个面部几何特征点；

30 获取所述样本特征点集合与标准人脸的特征点集合之间的映射关系，并输入到所述第一网络进行训练，获取第一损失值；

根据所述第一损失值更新所述第一网络中的权重参数，以获取所述人脸拓扑结构特征提取网络。

6、根据权利要求1至5中任一项所述的方法，其特征在于，根据所述人脸图像，通过预训练特征提取网络，提取人脸图像特征包括：

35 将所述人脸图像输入到预训练的人脸整体特征提取网络，以提取人脸整体特征。

7、根据权利要求1至6中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

从所述人脸图像中提取第一人脸部位图像；

根据所述人脸图像，通过预训练特征提取网络，提取人脸图像特征包括：

将所述第一人脸部位图像输入到预训练的第一部位特征提取网络，以提取第一部位特征，所述第一部位特征用于在所述人脸数据库中进行匹配，以获取所述人脸识别结果。

8、根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述第一部位特征提取网络为第二网络训练后得到，所述方法还包括：

5 将从人脸图像训练样本中提取的人脸部位图像输入到所述第二网络进行训练，获取第二损失值；

根据所述第二损失值更新所述第二网络中的权重参数，以获取所述第一部位特征提取网络。

9、根据权利要求1至6中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

10 从所述人脸图像中提取多个人脸部位图像；

根据所述人脸图像，通过预训练特征提取网络，提取人脸图像特征包括：

将所述多个人脸部位图像分别输入预训练的多个部位特征提取网络，以提取多个部位特征；

根据所述多个部位特征确定所述人脸图像的目标部位特征。

15 10、根据权利要求9所述的方法，其特征在于，

所述目标部位特征根据所述多个部位特征的加权平均值确定，所述多个部位特征的权值为预设值。

11、根据权利要求9或10所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

检测所述多个人脸部位图像中的人脸部位是否被遮挡；

20 若第一人脸部位图像中的第一人脸部位被遮挡，且第二人脸部位图像中的第二人脸部位未被遮挡，所述第二人脸部位为所述第一人脸部位的对称部位，则将所述第二人脸部位图像的水平翻转图像确定为所述第一人脸部位的恢复图像，所述恢复图像用于输入所述部位特征提取网络以提取所述部位特征。

12、根据权利要求11所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

25 基于所述第一人脸部位被遮挡，更新所述第一人脸部位的部位特征的权值，更新的第一权值小于所述第一人脸部位的预设第一权值。

13、根据权利要求1至12中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

对所述人脸图像进行预处理，以获取预处理后的人脸图像，所述预处理包括人脸对齐，所述预处理后的人脸图像用于提取所述人脸图像特征和提取所述多个面部几何特征点。

30 14、一种人脸识别装置，其特征在于，包括：

获取模块，用于获取待识别的人脸图像；

提取模块，用于根据所述人脸图像，通过预训练的特征提取网络，提取人脸图像特征；

确定模块，用于提取所述人脸图像中的多个面部几何特征点，以确定多个特征点集合，所述多个特征点集合中每个特征点集合对应一个人脸部位，所述特征点集合包括至少一个面部几何特征点；

35 所述获取模块，还用于根据所述多个特征点集合获取人脸拓扑结构特征，所述人脸拓扑结构特征用于确定所述多个特征点集合之间的相对位置关系；

匹配模块，用于根据所述人脸拓扑结构特征和所述人脸图像特征在预设的人脸数据库中

进行匹配，以获取人脸识别结果。

15、根据权利要求 14 所述的人脸识别装置，其特征在于，所述人脸拓扑结构特征包括：特征向量集合，所述特征向量集合中的特征向量用于指示所述多个特征点集合中任意两个所述特征点集合之间的相对位置关系；或者，

5 特征矩阵，所述特征矩阵中的元素用于指示所述多个特征点集合中任意两个所述特征点集合之间的相对位置关系。

16、根据权利要求 14 所述的人脸识别装置，其特征在于，所述确定模块还用于：构建所述多个特征点集合与标准人脸的多个特征点集合之间的映射关系，所述映射关系用于确定所述多个特征点集合之间的相对位置关系；

10 所述获取模块具体用于：将所述映射关系输入到预训练的人脸拓扑结构特征提取网络，以获取所述人脸拓扑结构特征。

17、根据权利要求 16 所述的人脸识别装置，其特征在于，所述映射关系包括所述多个特征点集合与所述标准人脸的多个特征点集合之间的距离和/或角度。

15 18、根据权利要求 16 或 17 所述的人脸识别装置，其特征在于，所述人脸拓扑结构特征提取网络为第一网络训练后得到；

所述提取模块还用于，从人脸图像训练样本中提取多个面部几何特征点，以确定多个样本特征点集合，所述多个样本特征点集合中每个特征点集合对应所述训练样本的一个人脸部位，所述样本特征点集合包括至少一个面部几何特征点；

20 所述获取模块还用于，获取所述样本特征点集合与标准人脸的特征点集合之间的映射关系，并输入到所述第一网络进行训练，获取第一损失值；

所述获取模块还用于，根据所述第一损失值更新所述第一网络中的权重参数，以获取所述人脸拓扑结构特征提取网络。

19、根据权利要求 14 至 18 中任一项所述的人脸识别装置，其特征在于，所述提取模块具体用于：

25 将所述人脸图像输入到预训练的人脸整体特征提取网络，以提取人脸整体特征。

20、根据权利要求 14 至 19 中任一项所述的人脸识别装置，其特征在于，所述提取模块具体用于：

从所述人脸图像中提取第一人脸部位图像；

30 将所述第一人脸部位图像输入到预训练的第一部位特征提取网络，以提取第一部位特征，所述第一部位特征用于在所述人脸数据库中进行匹配，以获取所述人脸识别结果。

21、根据权利要求 20 所述的人脸识别装置，其特征在于，所述第一部位特征提取网络为第二网络训练后得到，所述获取模块还用于：

将从人脸图像训练样本中提取的人脸部位图像输入到所述第二网络进行训练，获取第二损失值；

35 所述获取模块还用于，根据所述第二损失值更新所述第二网络中的权重参数，以获取所述第一部位特征提取网络。

22、根据权利要求 14 至 19 中任一项所述的人脸识别装置，其特征在于，所述提取模块还用于：

从所述人脸图像中提取多个人脸部位图像；

所述提取模块具体用于，将所述多个人脸部位图像分别输入预训练的多个部位特征提取网络，以提取多个部位特征；

所述确定模块还用于，根据所述多个部位特征确定所述人脸图像的目标部位特征。

5 23、根据权利要求 22 所述的人脸识别装置，其特征在于，

所述目标部位特征根据所述多个部位特征的加权平均值确定，所述多个部位特征的权值为预设值。

24、根据权利要求 22 或 23 所述的人脸识别装置，其特征在于，所述人脸识别装置还包括：

10 检测模块，用于检测所述多个人脸部位图像中的人脸部位是否被遮挡；

所述确定模块还用于，若第一人脸部位图像中的第一人脸部位被遮挡，且第二人脸部位图像中的第二人脸部位未被遮挡，所述第二人脸部位为所述第一人脸部位的对称部位，则将所述第二人脸部位图像的水平翻转图像确定为所述第一人脸部位的恢复图像，所述恢复图像用于输入所述部位特征提取网络以提取所述部位特征。

15 25、根据权利要求 24 所述的人脸识别装置，其特征在于，所述人脸识别装置还包括：

更新模块，用于基于所述第一人脸部位被遮挡，更新所述第一人脸部位的部位特征的权值，更新的第一权值小于所述第一人脸部位的预设第一权值。

26、根据权利要求 14 至 25 中任一项所述的人脸识别装置，其特征在于，所述获取模块还用于：

20 对所述人脸图像进行预处理，以获取预处理后的人脸图像，所述预处理包括人脸对齐，所述预处理后的人脸图像用于提取所述人脸图像特征和提取所述多个面部几何特征点。

27、一种人脸识别装置，其特征在于，包括处理器和存储器，所述处理器和所述存储器相互连接，其中，所述存储器用于存储计算机程序，所述计算机程序包括程序指令，所述处理器用于调用所述程序指令，执行如权利要求 1 至 13 中任一项所述的方法。

25 28 一种包含指令的计算机程序产品，其特征在于，当其在计算机上运行时，使得所述计算机执行如权利要求 1 至 13 中任一项所述的方法。

29、一种计算机可读存储介质，包括指令，其特征在于，当所述指令在计算机上运行时，使得计算机执行如权利要求 1 至 13 中任一项所述的方法。

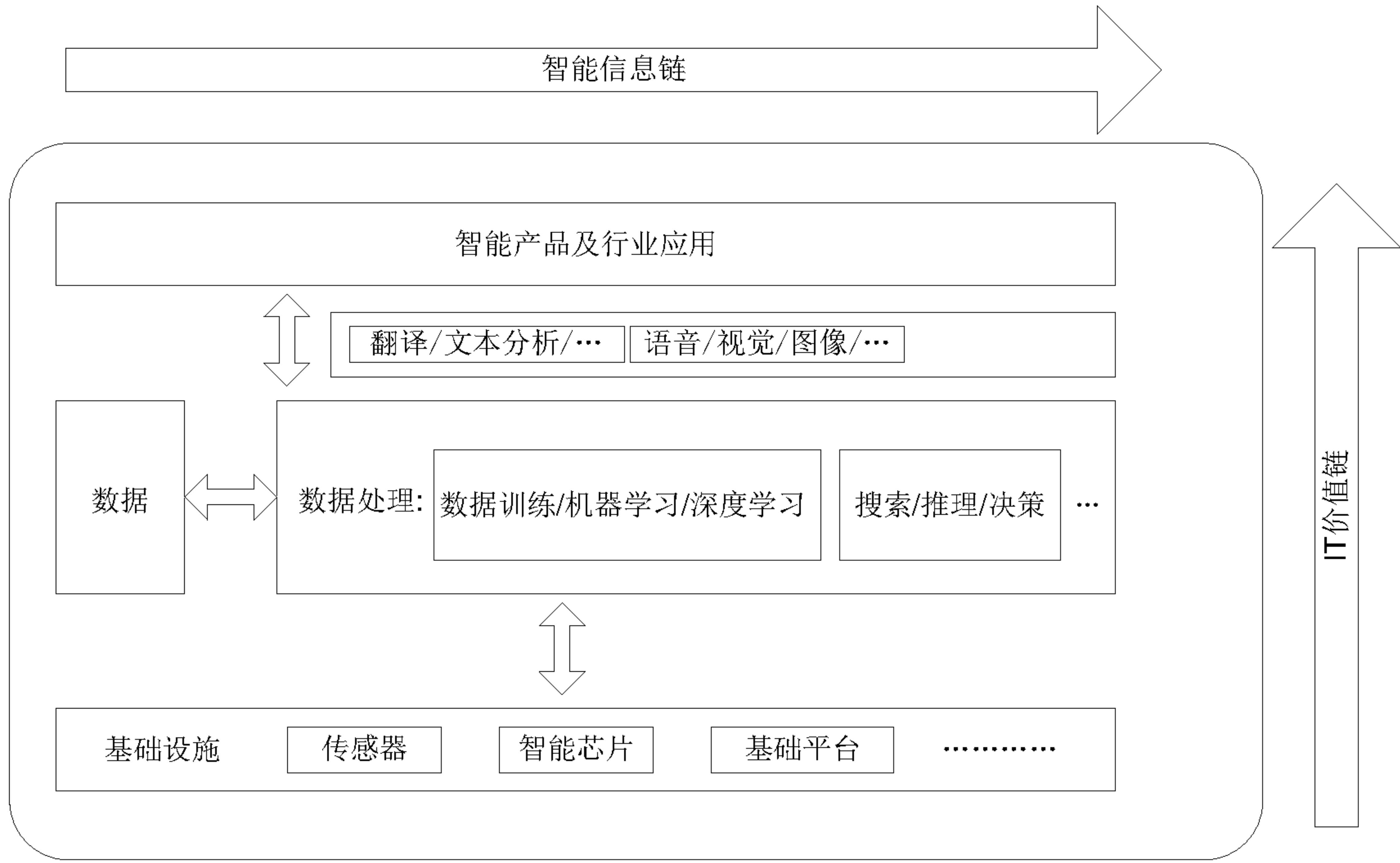


图 1

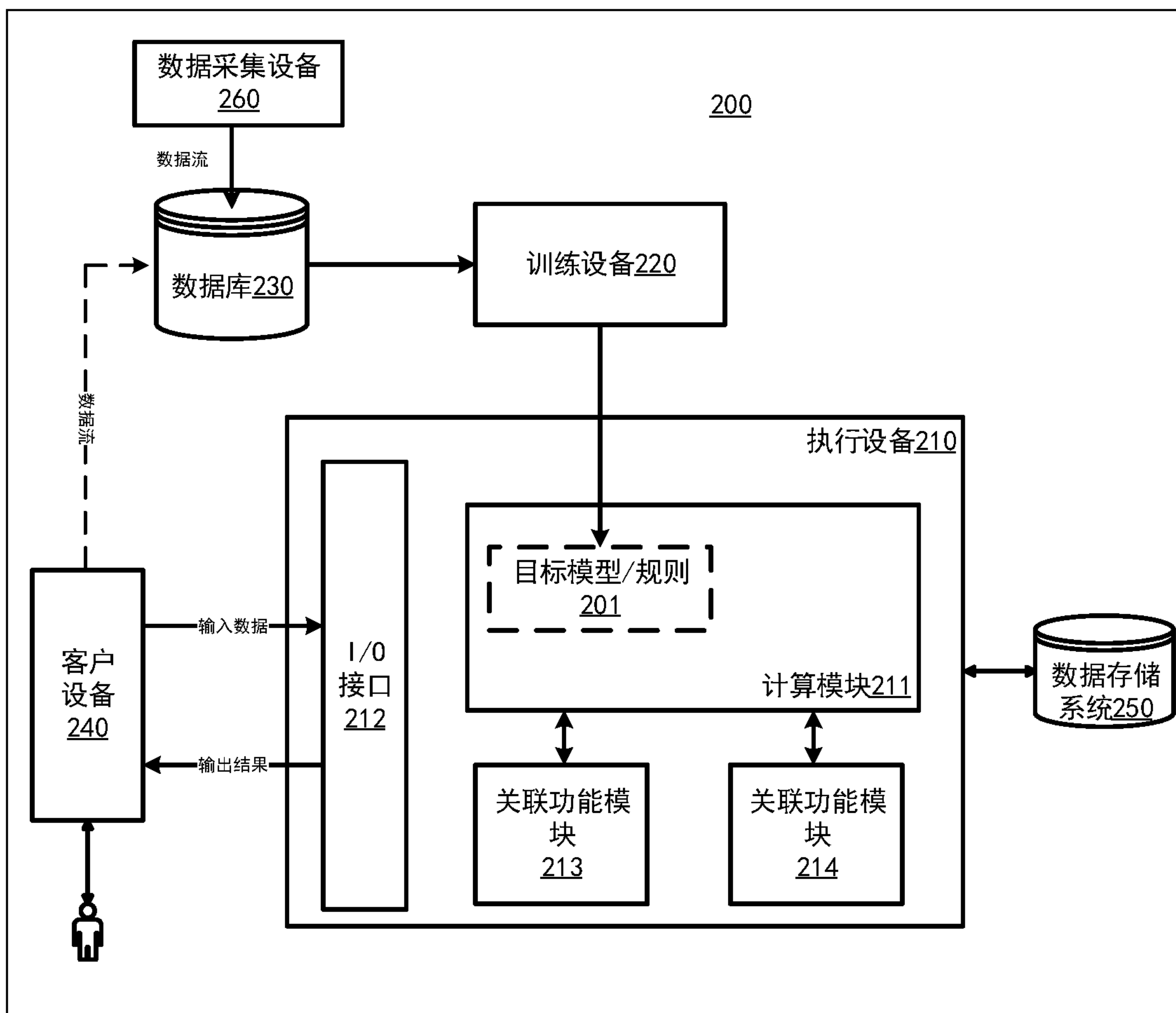


图 2

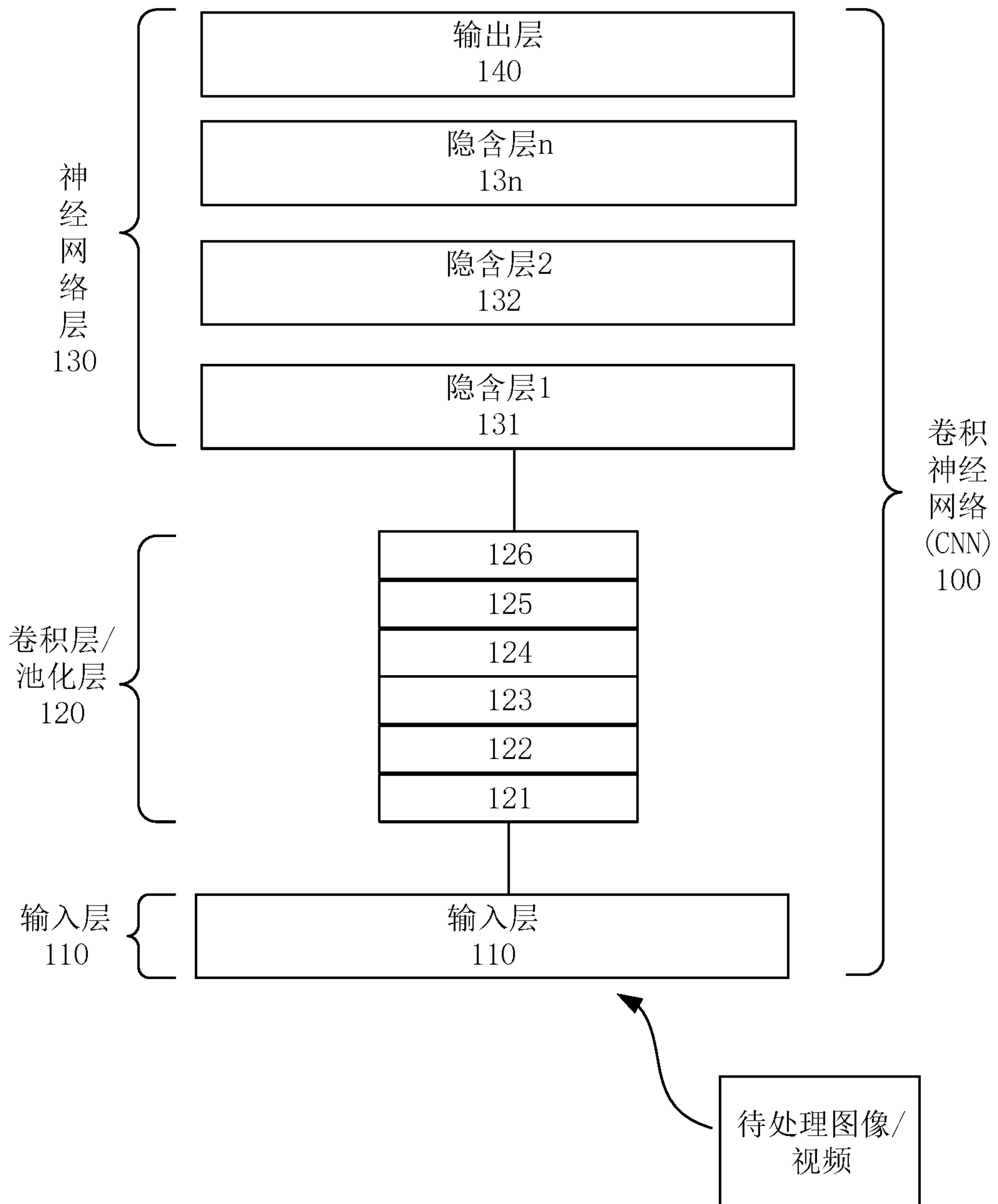


图 3

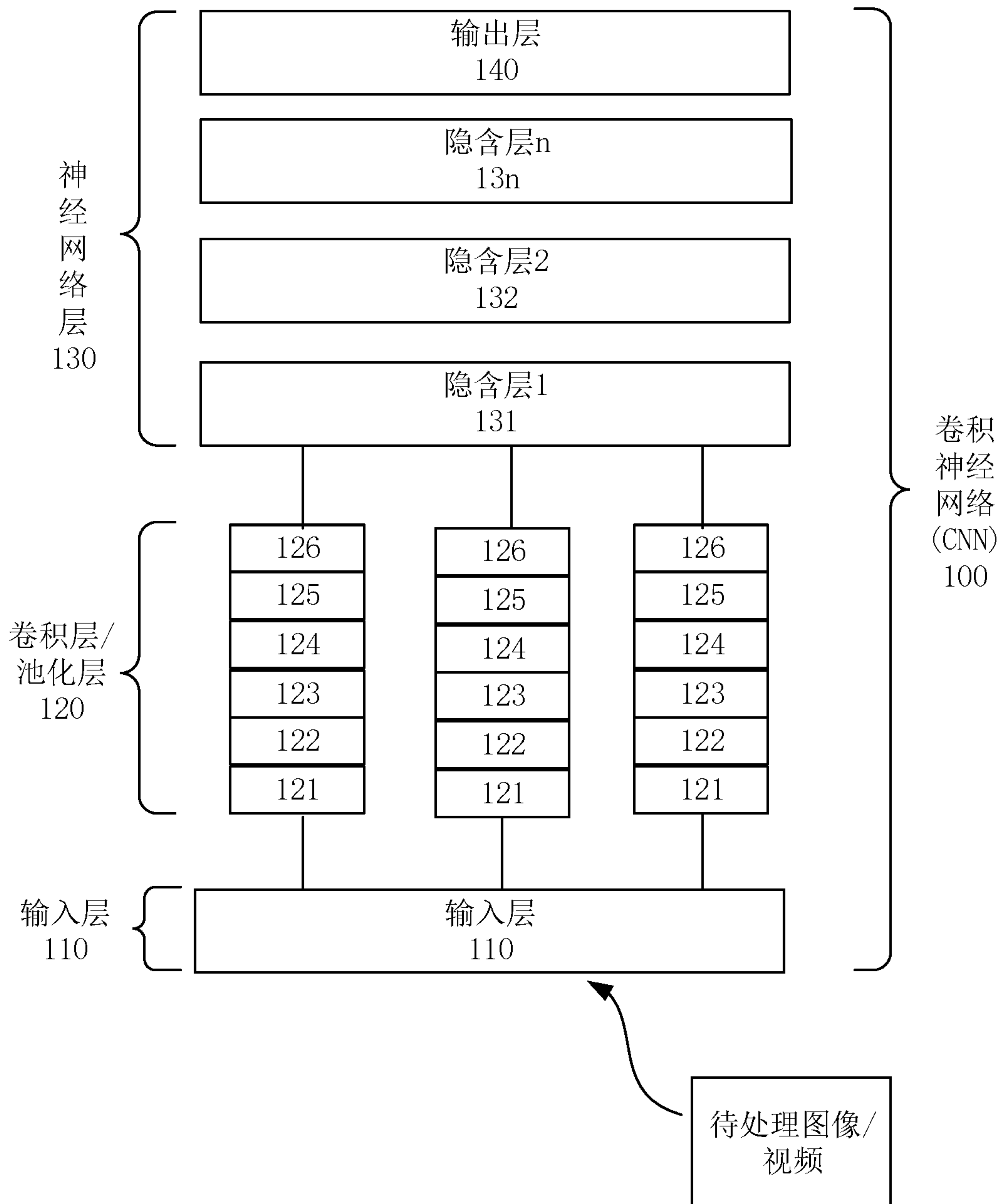


图 4

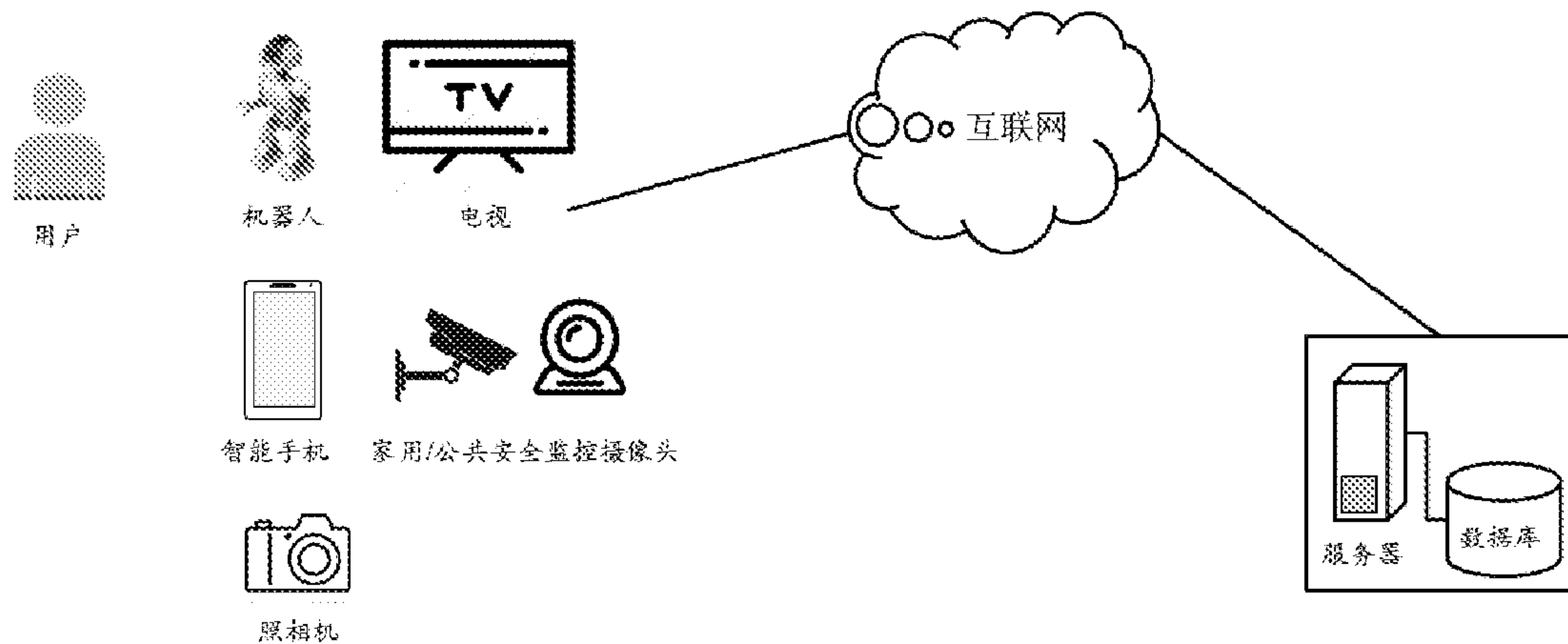


图 5

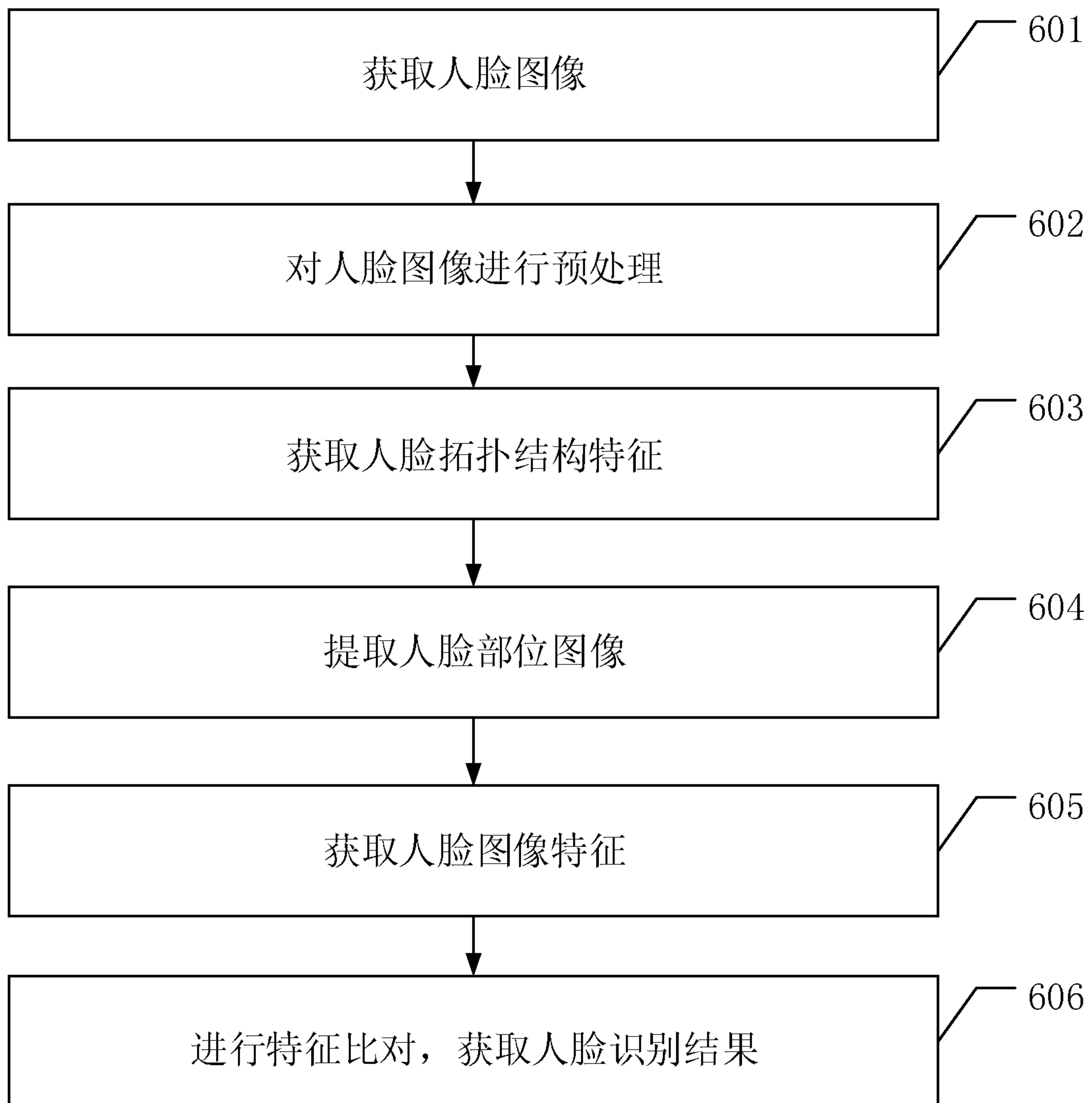


图 6

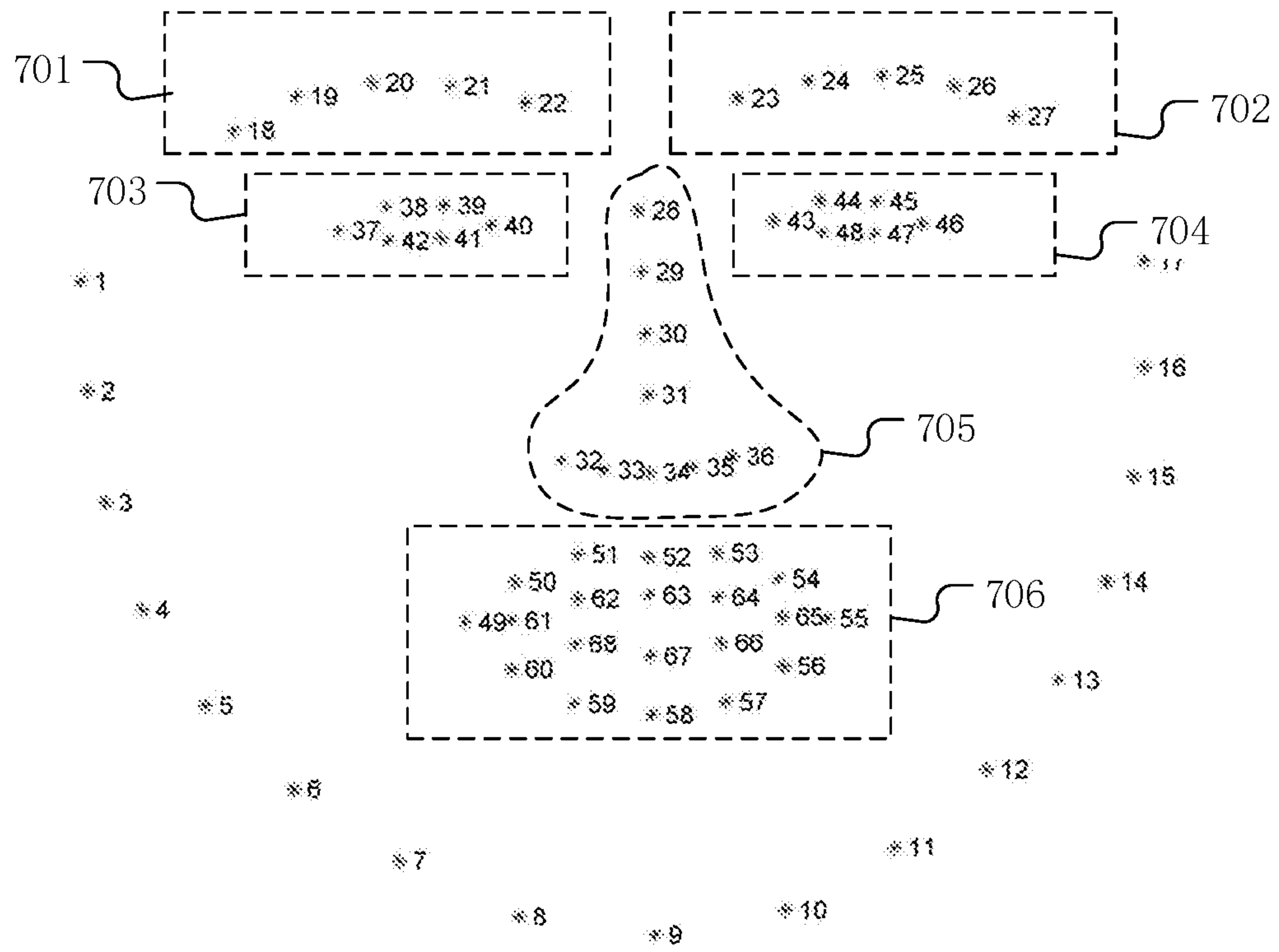


图 7

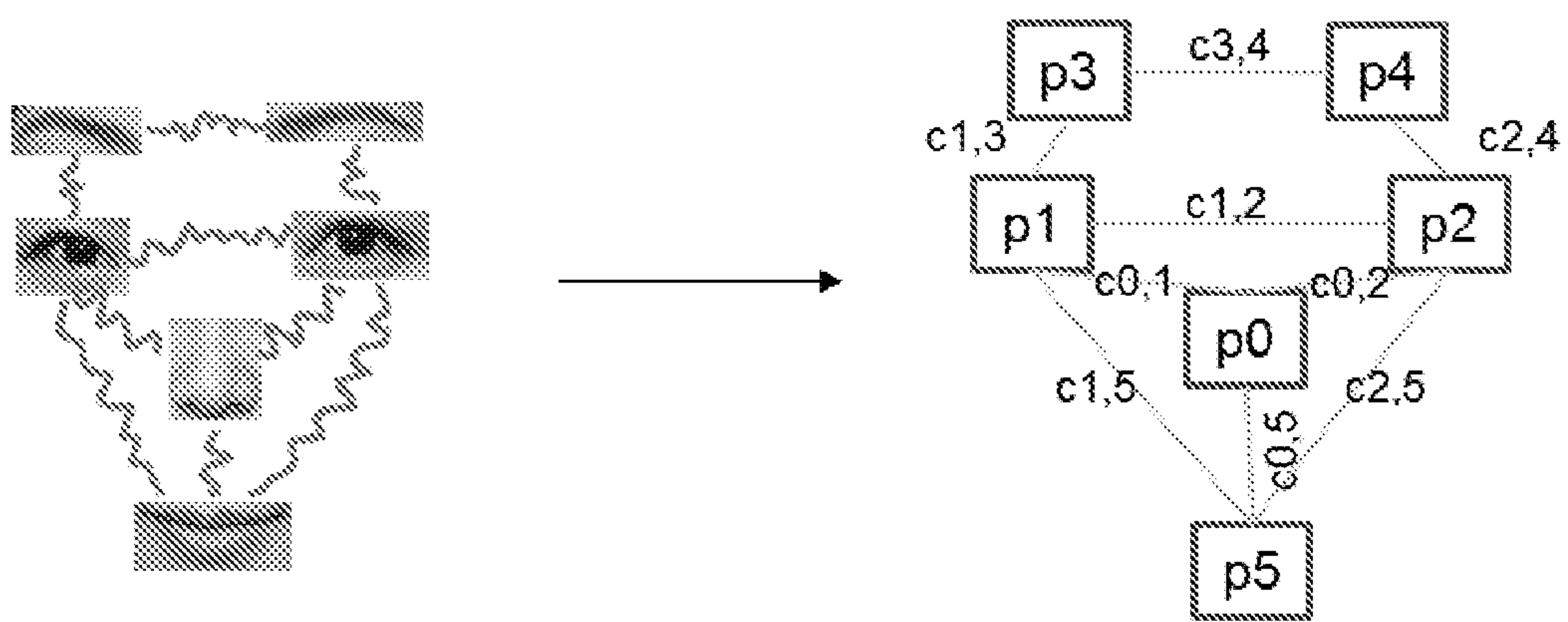


图 8

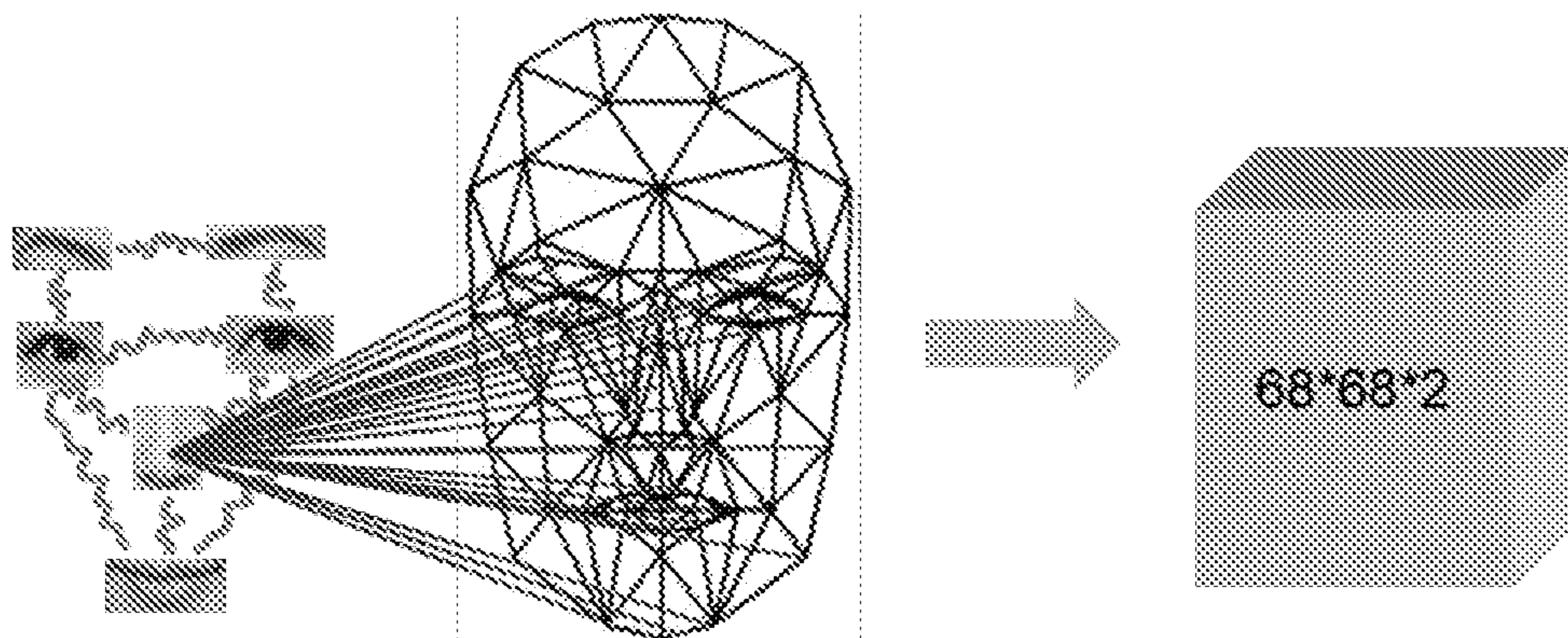


图 9

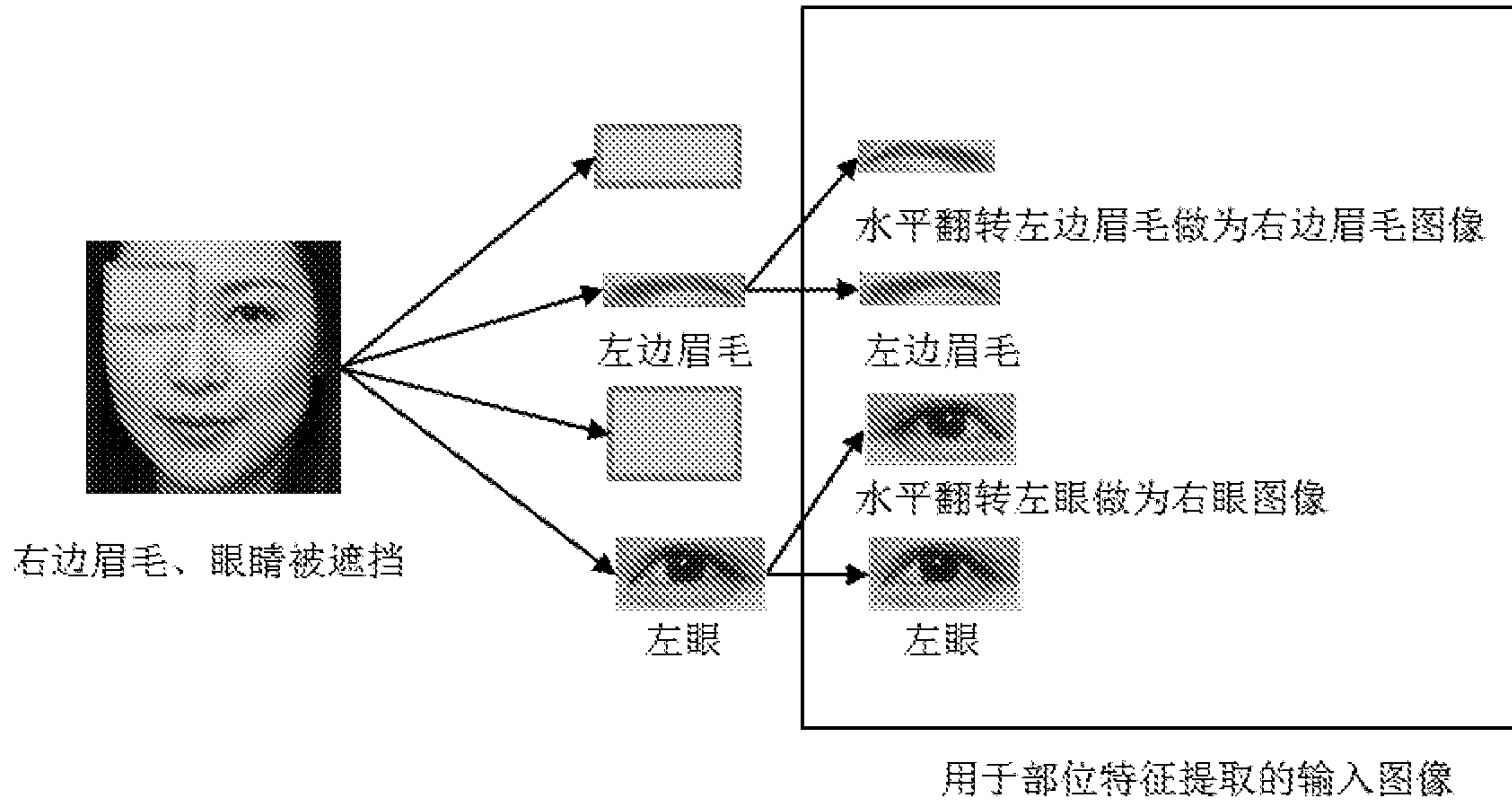


图 10

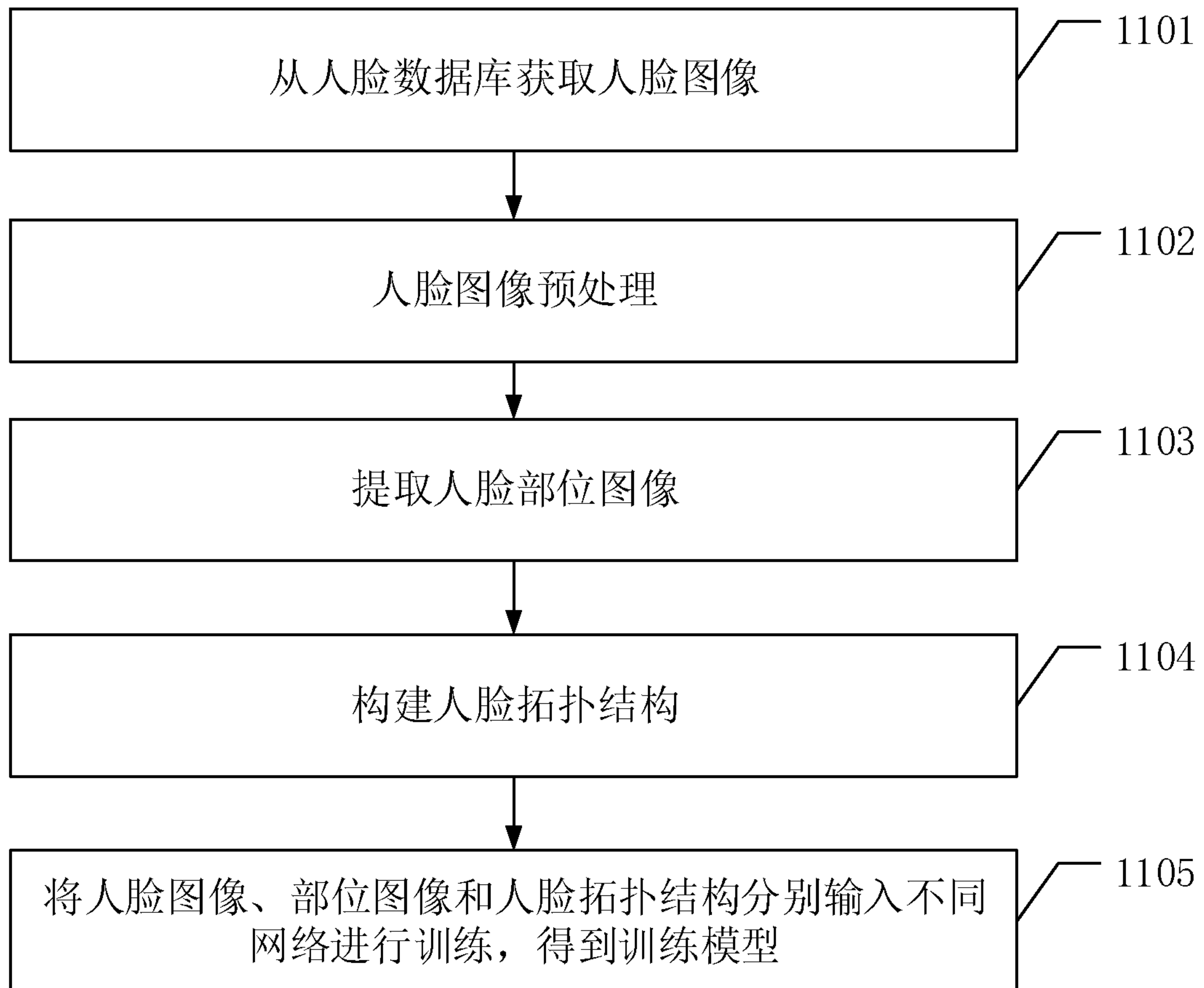


图 11

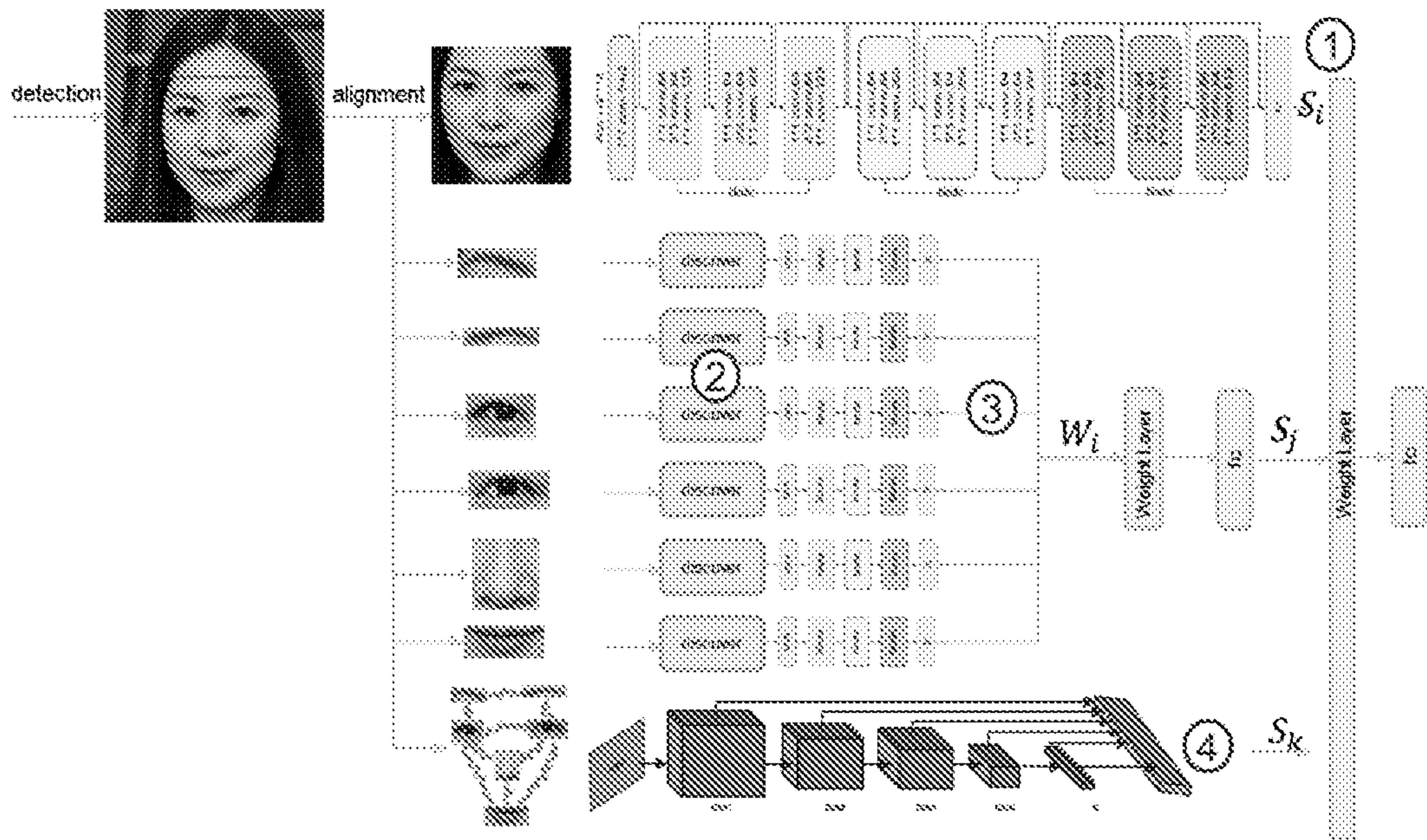


图 12

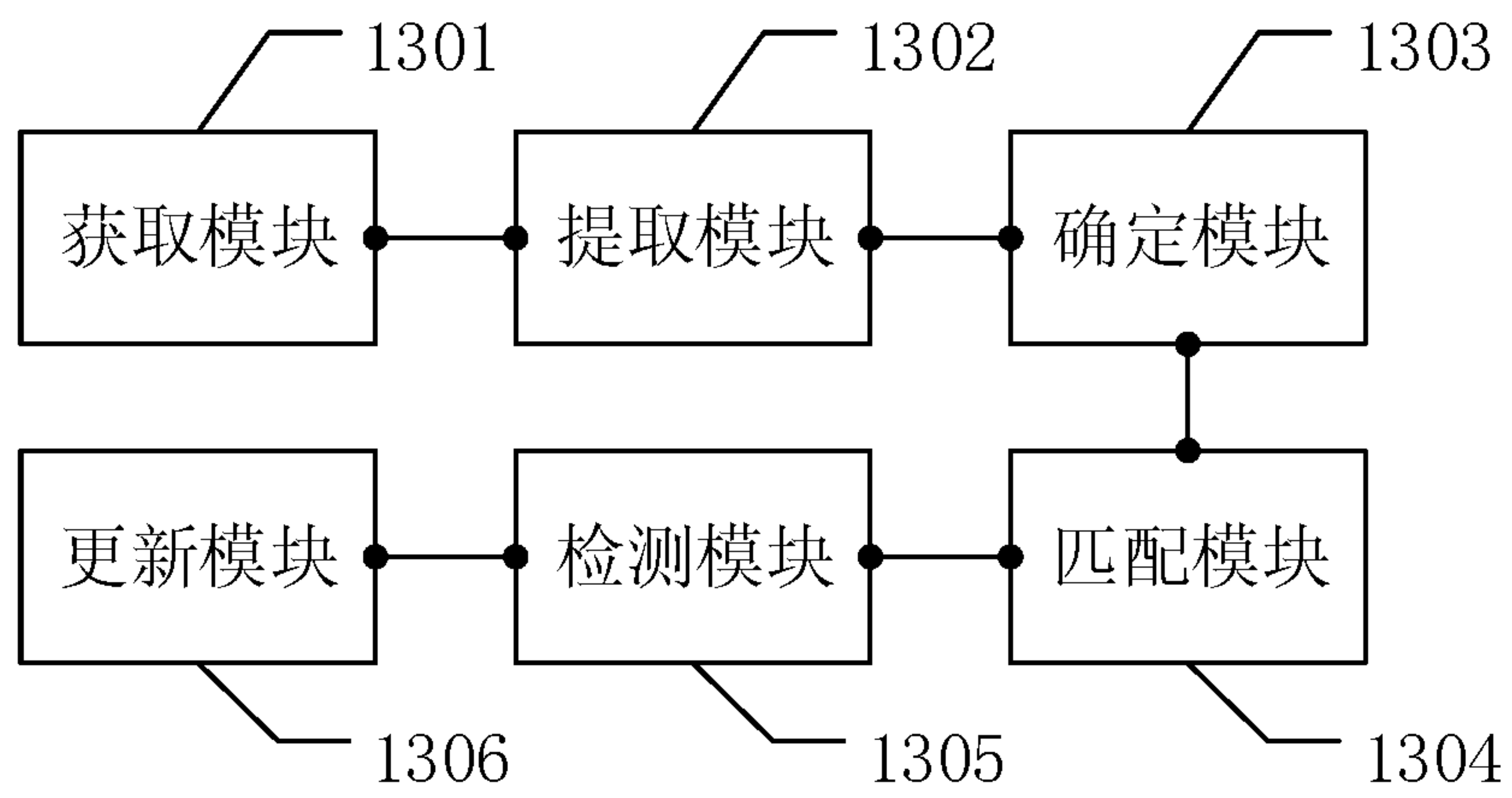


图 13

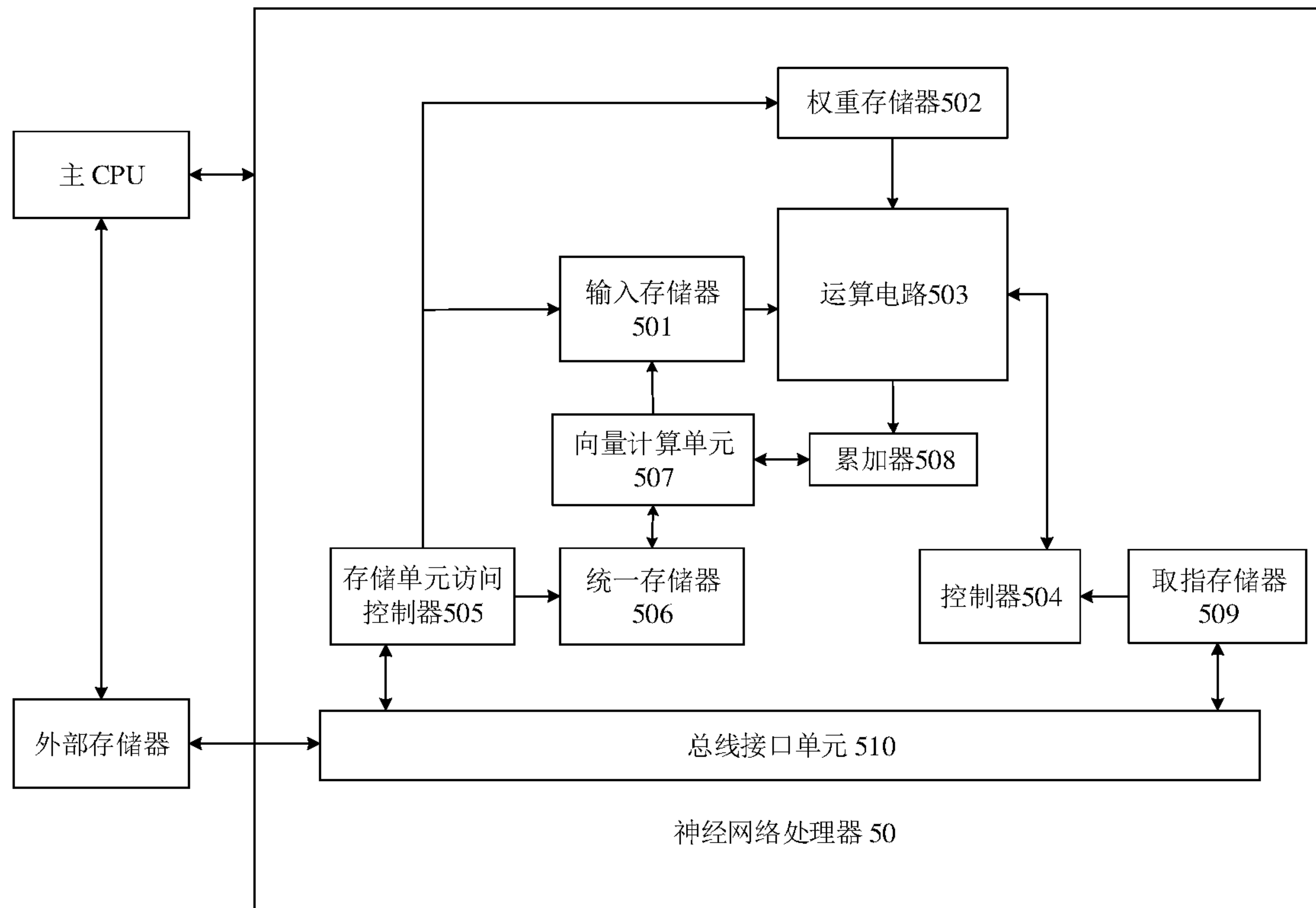


图 14

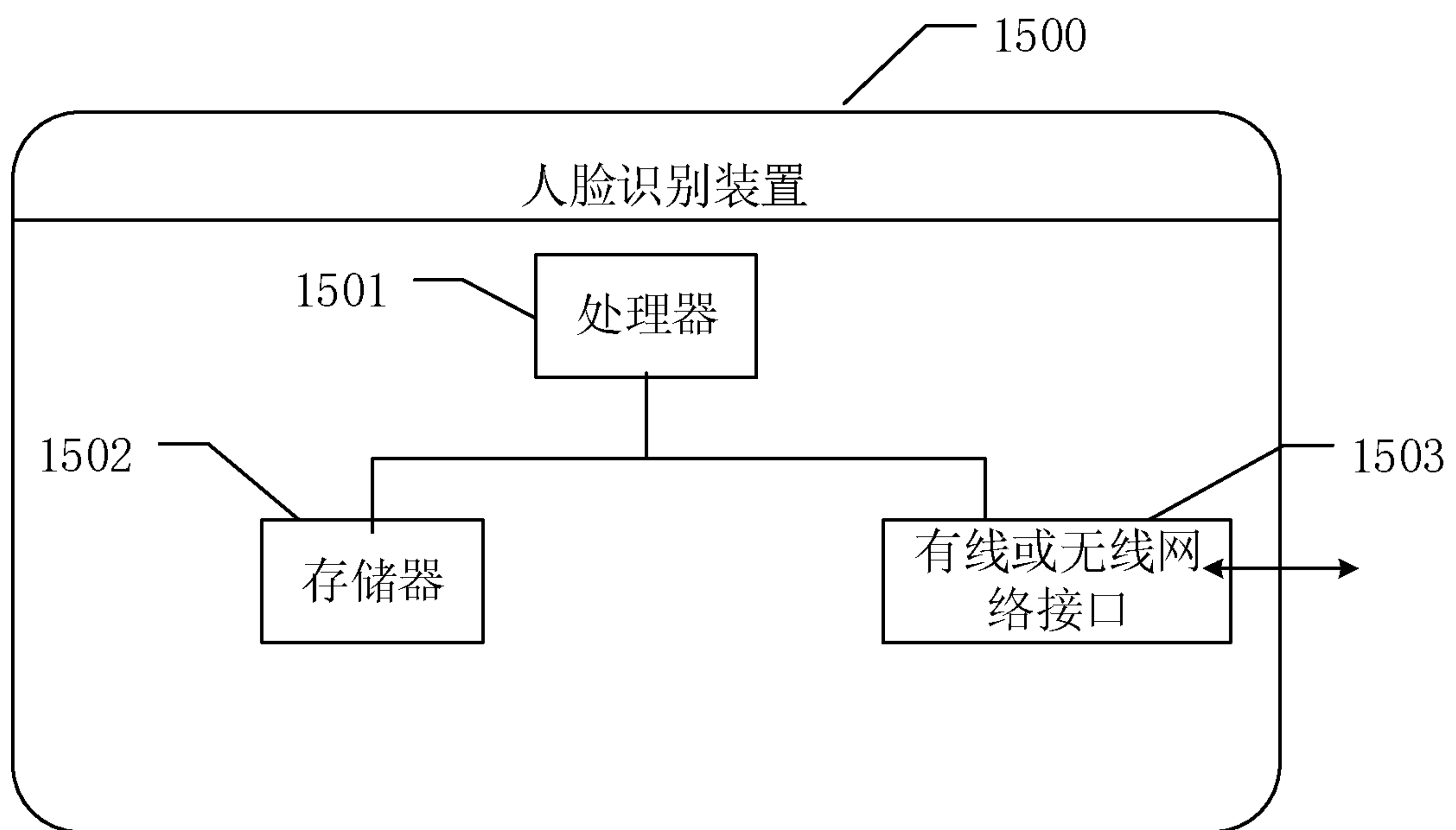


图 15

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2020/105772**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> G06K 9/00(2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06K, G06F  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, DWPI, SIPOABS, CNKI: 人脸, 识别, 人脸图象, 人脸图像, 特征提取, 面部, 特征点, 拓扑结构, 数据库, 特征向量, 位置, human face, identify, recognise, image, feature extraction, face recognition, feature point, topology, database, feature vector, location, position		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 110263673 A (HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 20 September 2019 (2019-09-20) description, paragraph [0030] - paragraph [0111]	1-29
Y	CN 108898068 A (TENCENT TECHNOLOGY SHENZHEN CO., LTD.) 27 November 2018 (2018-11-27) description, paragraph [0042] - paragraph [0086]	1-29
Y	CN 106022317 A (BEIJING XIAOMI MOBILE SOFTWARE CO., LTD.) 12 October 2016 (2016-10-12) description, paragraph [0080] - paragraph [0108]	1-29
PX	CN 111274916 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 12 June 2020 (2020-06-12) claims, and description	1-29
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>08 September 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>23 September 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China</b>		Authorized officer
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2020/105772**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110263673	A	20 September 2019	None			
CN	108898068	A	27 November 2018	CN	108898068	B	28 April 2020
CN	106022317	A	12 October 2016	None			
CN	111274916	A	12 June 2020	None			

<p><b>A. 主题的分类</b></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>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)</p> <p>G06K, G06F</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, CNTXT, DWPI, SIPOABS, CNKI:人脸, 识别, 人脸图象, 人脸图像, 特征提取, 面部, 特征点, 拓扑结构, 数据库, 特征向量, 位置, human face, identify, recognise, image, feature extraction, face recognition, feature point, topology, database, feature vector, location, position</p>																	
<p><b>C. 相关文件</b></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>Y</td> <td>CN 110263673 A (合肥工业大学) 2019年 9月 20日 (2019 - 09 - 20) 说明书第[0030]段—第[0111]段</td> <td>1-29</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 108898068 A (腾讯科技深圳有限公司) 2018年 11月 27日 (2018 - 11 - 27) 说明书第[0042]段—第[0086]段</td> <td>1-29</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106022317 A (北京小米移动软件有限公司) 2016年 10月 12日 (2016 - 10 - 12) 说明书第[0080]段—第[0108]段</td> <td>1-29</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 111274916 A (华为技术有限公司) 2020年 6月 12日 (2020 - 06 - 12) 权利要求书, 说明书</td> <td>1-29</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	Y	CN 110263673 A (合肥工业大学) 2019年 9月 20日 (2019 - 09 - 20) 说明书第[0030]段—第[0111]段	1-29	Y	CN 108898068 A (腾讯科技深圳有限公司) 2018年 11月 27日 (2018 - 11 - 27) 说明书第[0042]段—第[0086]段	1-29	Y	CN 106022317 A (北京小米移动软件有限公司) 2016年 10月 12日 (2016 - 10 - 12) 说明书第[0080]段—第[0108]段	1-29	PX	CN 111274916 A (华为技术有限公司) 2020年 6月 12日 (2020 - 06 - 12) 权利要求书, 说明书	1-29
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
Y	CN 110263673 A (合肥工业大学) 2019年 9月 20日 (2019 - 09 - 20) 说明书第[0030]段—第[0111]段	1-29															
Y	CN 108898068 A (腾讯科技深圳有限公司) 2018年 11月 27日 (2018 - 11 - 27) 说明书第[0042]段—第[0086]段	1-29															
Y	CN 106022317 A (北京小米移动软件有限公司) 2016年 10月 12日 (2016 - 10 - 12) 说明书第[0080]段—第[0108]段	1-29															
PX	CN 111274916 A (华为技术有限公司) 2020年 6月 12日 (2020 - 06 - 12) 权利要求书, 说明书	1-29															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <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>“&amp;” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2020年 9月 8日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2020年 9月 23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)</p> <p>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>唐田田</p> <p>电话号码 62412065</p>															

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2020/105772

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	110263673	A	2019年 9月 20日	无	
CN	108898068	A	2018年 11月 27日	CN	108898068 B 2020年 4月 28日
CN	106022317	A	2016年 10月 12日	无	
CN	111274916	A	2020年 6月 12日	无	