



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105740808 B

(45)授权公告日 2019.08.09

(21)申请号 201610058522.6

G06K 9/62(2006.01)

(22)申请日 2016.01.28

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105740808 A

CN 104899579 A,2015.09.09,
CN 103679158 A,2014.03.26,
CN 105138973 A,2015.12.09,
US 2008/0192991 A1,2008.08.14,
CN 102637251 A,2012.08.15,

(43)申请公布日 2016.07.06

(73)专利权人 北京旷视科技有限公司
地址 100190 北京市海淀区科学院南路2号
A座313

审查员 何洋

专利权人 北京迈格威科技有限公司

(72)发明人 曹志敏 印奇

(74)专利代理机构 北京睿邦知识产权代理事务
所(普通合伙) 11481
代理人 徐丁峰 张玮

(51)Int.Cl.

G06K 9/00(2006.01)

权利要求书2页 说明书12页 附图4页

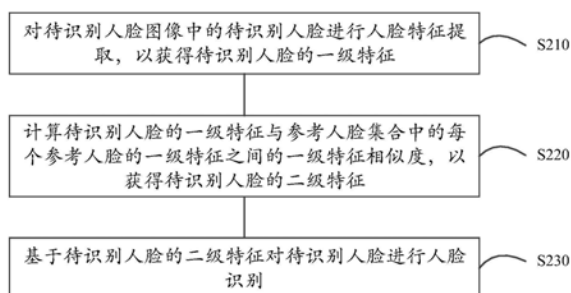
(54)发明名称

人脸识别方法和装置

(57)摘要

本发明的实施例提供了一种人脸识别方法和装置。该人脸识别方法包括:对待识别人脸图像中的待识别人脸进行人脸特征提取,以获得待识别人脸的一级特征;计算待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得待识别人脸的二级特征;以及基于待识别人脸的二级特征对待识别人脸进行人脸识别。根据本发明提供的人脸识别方法和装置,通过待识别人脸与参考人脸之间的一级特征相似度而非直接通过一级特征进行人脸识别,使得本发明能够利用较少量的有标注数据和容易获得的参考人脸图像获得高精度的人脸识别效果。

200



1. 一种人脸识别方法,包括:

对待识别人脸图像中的待识别人脸进行人脸特征提取,以获得所述待识别人脸的一级特征;

计算所述待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得所述待识别人脸的二级特征;以及

基于所述待识别人脸的二级特征对所述待识别人脸进行人脸识别;

其中,所述计算所述待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度以获得所述待识别人脸的二级特征包括:

计算所述待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度;

将计算得到的所有一级特征相似度串联起来构成一个多维向量,以形成所述待识别人脸的二级特征。

2. 如权利要求1所述的人脸识别方法,其中,所述对所述待识别人脸进行人脸识别是利用分类器实施的,所述分类器利用有标注数据进行训练而获得,其中,所述有标注数据包括多个训练人脸图像集合并且每个训练人脸图像集合包括与同一训练人脸相对应的至少两个训练人脸图像,

所述人脸识别方法进一步包括:

对所述有标注数据中的每个训练人脸图像中的训练人脸进行人脸特征提取,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征;

计算每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征与所述参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征;以及

将与同一训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为正样本,将与不同训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为负样本进行训练,以获得所述分类器。

3. 如权利要求1所述的人脸识别方法,其中,所述一级特征包含以下项中的一项或多项:普通局部二值模式特征、高维局部二值模式特征、加伯特征、费舍尔向量特征、尺度不变特征变换特征、深度学习特征。

4. 如权利要求1所述的人脸识别方法,其中,所述参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征存储在参考人脸数据库中。

5. 如权利要求1所述的人脸识别方法,其中,包含所述参考人脸集合的参考人脸图像集合存储在参考人脸数据库中,

在所述计算所述待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度以获得所述待识别人脸的二级特征之前,所述人脸识别方法进一步包括:

对所述参考人脸集合中的每个参考人脸进行人脸特征提取,以获得所述参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征。

6. 如权利要求1所述的人脸识别方法,其中,所述对所述待识别人脸进行人脸识别包括:

根据所述待识别人脸的二级特征与特定人脸的二级特征之间的二级特征相似度判断所述待识别人脸和所述特定人脸是否属于同一对象。

7. 一种人脸识别装置,包括:

第一一级特征获得模块,用于对待识别人脸图像中的待识别人脸进行人脸特征提取,以获得所述待识别人脸的一级特征;

第一二级特征获得模块,用于计算所述待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得所述待识别人脸的二级特征;以及识别模块,用于基于所述待识别人脸的二级特征对所述待识别人脸进行人脸识别;

其中,所述第一二级特征获得模块包括:

相似度计算子模块,用于计算所述待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度;

串联子模块,用于将计算得到的所有一级特征相似度串联起来构成一个多维向量,以形成所述待识别人脸的二级特征。

8. 如权利要求7所述的人脸识别装置,其中,所述识别模块是利用分类器实现的,所述分类器利用有标注数据进行训练而获得,其中,所述有标注数据包括多个训练人脸图像集合并且每个训练人脸图像集合包括与同一训练人脸相对应的至少两个训练人脸图像,

所述人脸识别装置进一步包括:

第二一级特征获得模块,用于对所述有标注数据中的每个训练人脸图像中的训练人脸进行人脸特征提取,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征;

第二二级特征获得模块,用于计算每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征与所述参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征;以及

训练模块,用于将与同一训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为正样本,将与不同训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为负样本进行训练,以获得所述分类器。

9. 如权利要求7所述的人脸识别装置,其中,所述一级特征包含以下项中的一项或多项:普通局部二值模式特征、高维局部二值模式特征、加伯特征、费舍尔向量特征、尺度不变特征变换特征、深度学习特征。

10. 如权利要求7所述的人脸识别装置,其中,所述参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征存储在参考人脸数据库中。

11. 如权利要求7所述的人脸识别装置,其中,包含所述参考人脸集合的参考人脸图像集合存储在参考人脸数据库中,

所述人脸识别装置进一步包括第三一级特征获得模块,用于对所述参考人脸集合中的每个参考人脸进行人脸特征提取,以获得所述参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征。

12. 如权利要求7所述的人脸识别装置,其中,所述识别模块包括判断子模块,用于根据所述待识别人脸的二级特征与特定人脸的二级特征之间的二级特征相似度判断所述待识别人脸和所述特定人脸是否属于同一对象。

人脸识别方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及人脸识别技术领域,更具体地涉及一种人脸识别方法和装置。

背景技术

[0002] 随着人脸识别技术的提升和应用深入,实际应用中获取的人脸数据的数量快速积累,为进一步提升人脸识别性能奠定了基础。

[0003] 人脸识别依赖于人脸特征 (Feature) 的提取。传统的特征提取方法包括普通局部二值模式 (LBP)、高维局部二值模式 (High-Dimensional LBP)、加伯 (Gabor)、费舍尔脸 (Fisher Face),以及近几年兴起的深度学习 (Deep Learning)。在提取人脸特征之后,可以根据所提取的特征进行人脸识别。利用上述特征提取方法进行人脸识别要么依赖专家经验从图像处理和底层视觉出发设计的特征模型,要么是依赖海量有标注数据的监督学习所产生的一个参数化的特征模型(如深度学习)。对于前者,不需要海量监督数据,但识别性能一直无法达到可以商用化的程度;对于后者,在最近的应用场景中已经表现出了优异的识别性能,但进一步持续提升识别性能需要依赖大量的成对有标注数据,例如基于卷积神经网络 (CNN) 的深度学习模型需要成千上万人的脸数据,每个人需要多张在不同场景或时间拍摄的人脸照片,此种类型的数据的获取时间较长,价格成本非常高昂。

发明内容

[0004] 考虑到上述问题而提出了本发明。本发明提供了一种人脸识别方法和装置。

[0005] 根据本发明一方面,提供了一种人脸识别方法。该人脸识别方法包括:对待识别人脸图像中的待识别人脸进行人脸特征提取,以获得待识别人脸的一级特征;计算待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得待识别人脸的二级特征;以及基于待识别人脸的二级特征对待识别人脸进行人脸识别。

[0006] 示例性地,所述对所述待识别人脸进行人脸识别是利用分类器实施的,所述分类器利用有标注数据进行训练而获得,其中,所述有标注数据包括多个训练人脸图像集合并且每个训练人脸图像集合包括与同一训练人脸相对应的至少两个训练人脸图像,所述人脸识别方法进一步包括:对所述有标注数据中的每个训练人脸图像中的训练人脸进行人脸特征提取,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征;计算每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征与所述参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征;以及将与同一训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为正样本,将与不同训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为负样本进行训练,以获得所述分类器。

[0007] 示例性地,所述一级特征包含以下项中的一项或多项:普通局部二值模式特征、高维局部二值模式特征、加伯特征、费舍尔向量特征、尺度不变特征变换特征、深度学习特征。

[0008] 示例性地,所述参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征存储在参考人脸数据库中。

[0009] 示例性地,包含所述参考人脸集合的参考人脸图像集合存储在参考人脸数据库中,在所述计算所述待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度以获得所述待识别人脸的二级特征之前,所述人脸识别方法进一步包括:对所述参考人脸集合中的每个参考人脸进行人脸特征提取,以获得所述参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征。

[0010] 示例性地,所述对所述待识别人脸进行人脸识别包括:根据所述待识别人脸的二级特征与特定人脸的二级特征之间的二级特征相似度判断所述待识别人脸和所述特定人脸是否属于同一对象。

[0011] 示例性地,所述计算所述待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度以获得所述待识别人脸的二级特征包括:计算所述待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度;将计算得到的所有一级特征相似度串联起来构成一个多维向量,以形成所述待识别人脸的二级特征。

[0012] 根据本发明另一方面,提供了一种人脸识别装置。该人脸识别装置包括第一一级特征获得模块、第一二级特征获得模块和识别模块。第一一级特征获得模块用于对待识别人脸图像中的待识别人脸进行人脸特征提取,以获得所述待识别人脸的一级特征。第一二级特征获得模块用于计算所述待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得所述待识别人脸的二级特征。识别模块用于基于所述待识别人脸的二级特征对所述待识别人脸进行人脸识别。

[0013] 示例性地,所述识别模块是利用分类器实现的,所述分类器利用有标注数据进行训练而获得,其中,所述有标注数据包括多个训练人脸图像集合并且每个训练人脸图像集合包括与同一训练人脸相对应的至少两个训练人脸图像,所述人脸识别装置进一步包括第二一级特征获得模块、第二二级特征获得模块和训练模块。第二一级特征获得模块用于对所述有标注数据中的每个训练人脸图像中的训练人脸进行人脸特征提取,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征。第二二级特征获得模块用于计算每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征与所述参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征。训练模块用于将与同一训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为正样本,将与不同训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为负样本进行训练,以获得所述分类器。

[0014] 示例性地,所述一级特征包含以下项中的一项或多项:普通局部二值模式特征、高维局部二值模式特征、加伯特特征、费舍尔向量特征、尺度不变特征变换特征、深度学习特征。

[0015] 示例性地,所述参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征存储在参考人脸数据库中。

[0016] 示例性地,包含所述参考人脸集合的参考人脸图像集合存储在参考人脸数据库中,所述人脸识别装置进一步包括第三一级特征获得模块,用于对所述参考人脸集合中的每个参考人脸进行人脸特征提取,以获得所述参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征。

[0017] 示例性地,所述识别模块包括判断子模块,用于根据所述待识别人脸的二级特征

与特定人脸的二级特征之间的二级特征相似度判断所述待识别人脸和所述特定人脸是否属于同一对象。

[0018] 示例性地,所述第一二级特征获得模块包括:相似度计算子模块,用于计算所述待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度;串联子模块,用于将计算得到的所有一级特征相似度串联起来构成一个多维向量,以形成所述待识别人脸的二级特征。

[0019] 根据本发明实施例的人脸识别方法和装置,通过待识别人脸与参考人脸之间的一级特征相似度而非直接通过一级特征进行人脸识别,使得本发明能够利用较少量的有标注数据和容易获得的参考人脸图像获得高精度的人脸识别效果。

附图说明

[0020] 通过结合附图对本发明实施例进行更详细的描述,本发明的上述以及其它目的、特征和优势将变得更加明显。附图用来提供对本发明实施例的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本发明实施例一起用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。在附图中,相同的参考标号通常代表相同部件或步骤。

[0021] 图1示出用于实现根据本发明实施例的人脸识别方法和装置的示例电子设备的示意性框图;

[0022] 图2示出根据本发明一个实施例的人脸识别方法的示意性流程图;

[0023] 图3示出根据本发明一个实施例的分类器的训练步骤的示意性流程图;

[0024] 图4示出根据本发明一个实施例的人脸识别装置的示意性框图;以及

[0025] 图5示出根据本发明一个实施例的人脸识别系统的示意性框图。

具体实施方式

[0026] 为了使得本发明的目的、技术方案和优点更为明显,下面将参照附图详细描述根据本发明的示例实施例。显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是本发明的全部实施例,应理解,本发明不受这里描述的示例实施例的限制。基于本发明中描述的本发明实施例,本领域技术人员在没有付出创造性劳动的情况下所得到的所有其它实施例都应落入本发明的保护范围之内。

[0027] 首先,参照图1来描述用于实现根据本发明实施例的人脸识别方法和装置的示例电子设备100。

[0028] 如图1所示,电子设备100包括一个或多个处理器102、一个或多个存储装置104、输入装置106、输出装置108和图像采集装置110,这些组件通过总线系统112和/或其它形式的连接机构(未示出)互连。应当注意,图1所示的电子设备100的组件和结构只是示例性的,而非限制性的,根据需要,所述电子设备也可以具有其他组件和结构。

[0029] 所述处理器102可以是中央处理单元(CPU)或者具有数据处理能力和/或指令执行能力的其它形式的处理单元,并且可以控制所述电子设备100中的其它组件以执行期望的功能。

[0030] 所述存储装置104可以包括一个或多个计算机程序产品,所述计算机程序产品可以包括各种形式的计算机可读存储介质,例如易失性存储器和/或非易失性存储器。所述易

失性存储器例如可以包括随机存取存储器 (RAM) 和/或高速缓冲存储器 (cache) 等。所述非易失性存储器例如可以包括只读存储器 (ROM)、硬盘、闪存等。在所述计算机可读存储介质上可以存储一个或多个计算机程序指令,处理器102可以运行所述程序指令,以实现下文所述的本发明实施例中(由处理器实现)的客户端功能以及/或者其它期望的功能。在所述计算机可读存储介质中还可以存储各种应用程序和各种数据,例如所述应用程序使用和/或产生的各种数据等。

[0031] 所述输入装置106可以是用户用来输入指令的装置,并且可以包括键盘、鼠标、麦克风和触摸屏等中的一个或多个。

[0032] 所述输出装置108可以向外部(例如用户)输出各种信息(例如图像和/或声音),并且可以包括显示器、扬声器等中的一个或多个。

[0033] 所述图像采集装置110可以采集期望的图像(例如包含人脸的照片、视频帧等),并且将所采集的图像存储在所述存储装置104中以供其它组件使用。图像采集装置110可以采用任何合适的设备实现,例如独立的照相机或移动终端的摄像头等。图像采集装置110是可选的,电子设备100可以不包括图像采集装置110。电子设备100可以利用图像采集装置110采集图像,也可以经由与其他设备之间的通信接口(未示出)接收其他设备传送的图像。

[0034] 示例性地,用于实现根据本发明实施例的人脸识别方法和装置的示例电子设备可以在诸如个人计算机或远程服务器等的设备上实现。

[0035] 下面,将参考图2描述根据本发明实施例的人脸识别方法。图2示出根据本发明一个实施例的人脸识别方法200的示意性流程图。如图2所示,人脸识别方法200包括以下步骤。

[0036] 在步骤S210,对待识别人脸图像中的待识别人脸进行人脸特征提取,以获得待识别人脸的一级特征。

[0037] 待识别人脸图像是需要进行人脸识别的图像,其中包含待识别人脸。待识别人脸图像可以来自外部设备,由外部设备传送到电子设备100进行人脸识别。此外,待识别人脸图像也可以由电子设备100针对待识别人脸进行采集获得。例如,电子设备100可以利用图像采集装置110(例如独立的照相机)采集待识别人脸的人脸图像(也就是拍摄待识别人脸的照片),即待识别人脸图像。图像采集装置110可以将采集到的待识别人脸图像传送到处理器102,由处理器102进行人脸识别。

[0038] 可以对待识别人脸进行人脸特征提取。人脸特征提取,也称人脸表征,它是对人脸进行特征建模的过程。人脸特征提取可以采用两类方法实现:一种是基于几何特征的方法;另外一种是基于代数特征或统计学习的方法。基于几何特征的方法主要是通过提取人脸重要器官(例如眼睛、鼻子、嘴、下巴)的几何形状和几何关系作为人脸特征。人脸的眼睛、鼻子、嘴、下巴等部位可以称为特征点。利用这些特征点可构造出能够衡量人脸特征的特征分量,特征分量通常包括特征点间的欧氏距离、曲率和角度等。本文所述的一级特征可以包括上述特征分量。基于代数特征或统计学习的方法是将人脸图像视作一个矩阵,通过作矩阵变换或线性投影,可以提取人脸的统计特征,这是一种基于整体的思想,把整个人脸图像视作一个模式进行识别,因此这种方法也是一种模板匹配方法。本文所述的一级特征还可以包括上述统计特征。

[0039] 以上人脸特征提取的方法仅是示例而非限制,可以采用任何其他已知的或未来可

能实现的人脸特征提取方法来对人脸图像进行处理,以获得人脸图像中的人脸的一级特征。例如,可以采用常规的普通局部二值模式(LBP)、高维LBP、加伯(Gabor)、费舍尔向量(Fisher-vector)Face、尺度不变特征变换(SIFT)、深度学习等方法中的一种或多种对人脸图像进行人脸特征提取。所获得的特征就是人脸图像中的人脸的一级特征。相应地,一级特征可以包含以下项中的一项或多项:普通LBP特征、高维LBP特征、Gabor特征、费舍尔向量(Fisher-Vector)特征、SIFT特征、深度学习特征。采用这些方法可以快速准确地获得待识别人脸的一级特征。

[0040] 在步骤S220,计算待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得待识别人脸的二级特征。

[0041] 参考人脸集合可以是现有的人脸。例如,参考人脸集合可以是公安应用中的某地区常住人口数据库中的人脸或互联网上的名人数据库中的人脸等。在一个示例中,可以预先计算参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征,并将计算出的所有参考人脸的一级特征存储在参考人脸数据库中。参考人脸数据库可以存储在上述电子设备100的存储装置104中或者存储在与上述电子设备100通信的外部设备中。当需要计算待识别人脸的二级特征时,可以从参考人脸数据库中查找各参考人脸的一级特征,随后将参考人脸的一级特征用于计算待识别人脸的二级特征。在另一示例中,参考人脸集合可以存储在参考人脸数据库中。参考人脸数据库可以存储在上述电子设备100的存储装置104中或者存储在与上述电子设备100通信的外部设备中。当需要计算待识别人脸的二级特征时,可以从参考人脸数据库中查找参考人脸集合,并计算参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征,随后将参考人脸的一级特征用于计算待识别人脸的二级特征。

[0042] 示例性地,步骤S220可以包括:计算待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度;将计算得到的所有一级特征相似度串联起来构成一个多维向量,以形成待识别人脸的二级特征。

[0043] 具体地,可以通过以下方式计算待识别人脸的二级特征。针对参考人脸集合中的每个参考人脸,计算待识别人脸的一级特征和该参考人脸的一级特征之间的相似度(例如通过计算欧式距离或某种度量下的距离等方式计算相似度),即一级特征相似度。一级特征相似度可以用向量形式表示,在这种情况下可以将其称为相似度向量。例如,可以采用高维LBP和Fisher-Vector Face这两种方法进行人脸特征提取。所获得的一级特征可以包括与人脸上的多个,例如81个,关键点相关的特征,其中针对每个关键点具有在该关键点附近的高维LBP特征和Fisher-Vector特征这两个特征,因此一级特征一共包括162个特征。一级特征可以用一个162维的向量来表示。这样,在计算两张人脸之间的一级特征相似度时,得到的也是一个162维的向量(相似度向量)。该相似度向量的每个维度表征的是这两张人脸在某个关键点附近的某种相似程度。随后,可以将待识别人脸与所有参考人脸之间的一级特征相似度向量串联起来,形成一个大的多维向量,作为待识别人脸的二级特征。也就是说,假设存在10个参考人脸,则所获得的二级特征将是一个1620维的向量。

[0044] 应当理解,上述一级特征和二级特征的形式和计算方式仅是示例而非限制,本发明并不局限于以上实现方式。

[0045] 在步骤S230,基于待识别人脸的二级特征对待识别人脸进行人脸识别。

[0046] 人脸识别通常包括人脸验证(face verification)和人脸辨识(face

identification) 两种任务。人脸验证是验证两个人脸图像中的两个人脸是否属于同一个人,其属于二分类问题,随机猜的正确率是50%。对于这种情况,可以将进行人脸验证的两个人脸中的任何一个视为待识别人脸,将另一人脸视为参与验证的特定人脸(下文将描述)。人脸辨识是从一个人脸群组中识别出待识别人脸的身份。这是多分类问题,更具挑战性,其难度随着人脸类别数的增多而增大,随机猜的正确率是 $1/N$ 。无论哪种任务,都需要进行两个人脸图像之间的对比。

[0047] 进行人脸识别的方法可以采用常规技术实现。可以将二级特征视为常规技术中获得的人脸特征,通过计算两个人脸之间的人脸特征的相似度来识别人脸。也就是说,可以通过计算两个人脸的二级特征之间的相似度来确定两个人脸是否属于同一人。

[0048] 可以想象的是,如果两个人脸属于同一个人,则它们和很多参考人脸之间的一级特征相似度必然是在数值上接近的,换句话说,这两个人脸的二级特征中的一些特定维度在数值上接近;相反,如果两个人脸不属于同一个人,则它们和某些参考人脸之间的一级特征相似度必然存在显著差异。例如,如果在两个对比人脸中一个是方形脸型,一个是圆形脸型,而某个参考人脸是方形脸型,假定一级特征中一共有10个特征表征脸型,则在这两个对比人脸的二级特征中,在与该参考人脸相对应的相似度向量中存在10个维度的数值区别较大。因此,通过两个人脸的二级特征的相似度可以判断这两个人脸是否属于同一个人。

[0049] 示例性地,根据本发明实施例的人脸识别方法可以在具有存储器和处理器的设备、装置或者系统中实现。

[0050] 根据本发明实施例的人脸识别方法可以部署在人脸图像采集端处,例如,在安防应用领域,可以部署在门禁系统的图像采集端;在金融应用领域,可以部署在个人终端处,诸如智能电话、平板电脑、个人计算机等。

[0051] 替代地,根据本发明实施例的人脸识别方法还可以部署在服务器端(或云端)处。例如,可以在客户端(例如个人终端)采集待识别人脸图像,客户端将采集的待识别人脸图像传送给服务器端(或云端),由服务器端(或云端)进行人脸识别。

[0052] 根据本发明提供的人脸识别方法,通过待识别人脸与参考人脸之间的一级特征相似度而非直接通过一级特征进行人脸识别,使得本发明能够利用较少量的有标注数据和容易获得的参考人脸图像获得高精度的人脸识别效果。

[0053] 根据本发明实施例,参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征存储在参考人脸数据库中。如上文所述,可以直接将所有参考人脸的一级特征存储在参考人脸数据库中。当需要计算待识别人脸的二级特征时,可以直接从参考人脸数据库中查找参考人脸的一级特征。预先计算并存储参考人脸的一级特征的方式可以节约存储空间和计算时间,提高人脸识别效率。

[0054] 根据本发明实施例,包含参考人脸集合的参考人脸图像集合存储在参考人脸数据库中,在步骤S220之前,人脸识别方法200可以进一步包括:对参考人脸集合中的每个参考人脸进行人脸特征提取,以获得参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征。

[0055] 如上文所述,可以将原始的参考人脸图像存储在本地的参考人脸数据库中。当需要计算待识别人脸的二级特征时,可以从参考人脸数据库中查找参考人脸图像。然后从参考人脸图像中提取参考人脸的一级特征。另外,也可以从远程的外部设备接收原始的参考人脸图像。外部设备可以是管理参考人脸信息的设备,其维护存储了参考人脸信息的数据

库,例如公安应用中的某地区常住人口数据库、互联网上的名人数据库、某些专门收集人脸数据的数据库等。在接收到参考人脸图像之后,可以提取每个参考人脸图像中的参考人脸的一级特征。

[0056] 可以从某些公开的、容易获得的人脸数据库中获取人脸图像,将这些人脸图像中的人脸作为参考人脸应用于人脸识别,这种方式实现简单,成本低,无需收集大量新的人脸数据。

[0057] 根据本发明实施例,步骤S230可以包括:根据待识别人脸的二级特征与特定人脸的二级特征之间的二级特征相似度判断待识别人脸和特定人脸是否属于同一对象。

[0058] 如上文所述,人脸识别包括人脸验证和人脸辨识两种。对于人脸验证来说,待识别人脸和特定人脸可以分别是参与验证的两个人脸。对于人脸辨识来说,待识别人脸是需要确认身份的人脸,特定人脸是用于与待识别人脸进行对比的人脸群组中的某一个人脸。

[0059] 在使用下文所述的分类器的情况下,可以将待识别人脸的二级特征和特定人脸的二级特征输入分类器,分类器可以输出二者之间的相似度。从分类器输出的相似度分数可以判断出两个人脸是否属于同一个人(即同一对象)。

[0060] 根据本发明实施例,步骤S230是利用分类器实施的,分类器利用有标注数据进行训练而获得,其中,有标注数据包括多个训练人脸图像集合并且每个训练人脸图像集合包括与同一训练人脸相对应的至少两个训练人脸图像。根据本实施例,人脸识别方法200可以进一步包括训练步骤。图3示出根据本发明一个实施例的分类器的训练步骤S300的示意性流程图。训练步骤S300包括以下步骤。

[0061] 在步骤S310,对有标注数据中的每个训练人脸图像中的训练人脸进行人脸特征提取,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征。

[0062] 对训练人脸进行人脸特征提取的方式可以采用上文所述的人脸特征提取方式,也就是可以采用普通LBP、高维LBP、Gabor、Fisher-vector Face、SIFT、深度学习等方法中的一种或多种对训练人脸进行人脸特征提取。所获得的特征就是训练人脸的一级特征。可以理解的是,待识别人脸的一级特征应当与训练人脸的一级特征包含相同类型的特征并采用相同的表示形式,二者应当采用相同的方法进行人脸特征提取。

[0063] 在步骤S320,计算每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征。

[0064] 训练人脸的二级特征的计算方式与上文所述的待识别人脸的二级特征的计算方式类似,本领域技术人员通过阅读上文能够理解训练人脸的二级特征的计算方式,不再赘述。

[0065] 在步骤S330,将与同一训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为正样本,将与不同训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为负样本进行训练,以获得分类器。

[0066] 可以预先准备好与几千个人相关的有标注数据,每个人对应两个或多于两个人脸图像。属于同一个人的两个人脸图像可以构成“正样本”,属于不同人的两个人脸图像可以构成“负样本”。这样可以得到成千上万个正样本,以及非常多(大约几百万到上亿)的负样本。

[0067] 可以利用任何合适的机器学习方法,例如Adaboost(自适应提升算法)方法来训练分类器。具体地,可以将二级特征的每个维度作为一个弱分类器。分别针对某些正样本和负样本,利用Adaboost等方法训练弱分类器,最终可以得到构建于二级特征的一个子集上的强分类器。该分类器对于同一个人的两个人脸图像输出相当高的相似度分数,而对于不同人的两个人脸图像输出较低的相似度分数。因此,当进行人脸识别时,可以将待识别人脸和特定人脸的二级特征作为分类器的输入,然后通过分类器的输出可以判断两个人脸的相似度。

[0068] 在本实施例中,仅需少量的有标注数据即可获得大量的正样本和负样本,并可以将这些正样本和负样本应用于分类器的训练。所获得的分类器可以准确地进行人脸识别。

[0069] 根据本发明另一方面,提供一种人脸识别装置。图4示出了根据本发明一个实施例的人脸识别装置400的示意性框图。

[0070] 如图4所示,根据本发明实施例的人脸识别装置400包括第一一级特征获得模块410、第一二级特征获得模块420和识别模块430。

[0071] 第一一级特征获得模块410用于对待识别人脸图像中的待识别人脸进行人脸特征提取,以获得待识别人脸的一级特征。第一一级特征获得模块410可以由图1所示的电子设备中的处理器102运行存储装置104中存储的程序指令来实现。

[0072] 第一二级特征获得模块420用于计算待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得待识别人脸的二级特征。第一二级特征获得模块420可以由图1所示的电子设备中的处理器102运行存储装置104中存储的程序指令来实现。

[0073] 识别模块430用于基于待识别人脸的二级特征对待识别人脸进行人脸识别。识别模块430可以由图1所示的电子设备中的处理器102运行存储装置104中存储的程序指令来实现。

[0074] 根据本发明实施例,识别模块430是利用分类器实现的,分类器利用有标注数据进行训练而获得。有标注数据包括多个训练人脸图像集合并且每个训练人脸图像集合包括与同一训练人脸相对应的至少两个训练人脸图像。人脸识别装置400可以进一步包括:第二一级特征获得模块,用于对有标注数据中的每个训练人脸图像中的训练人脸进行人脸特征提取,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征;第二二级特征获得模块,用于计算每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征;以及训练模块,用于将与同一训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为正样本,将与不同训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为负样本进行训练,以获得分类器。

[0075] 根据本发明实施例,一级特征包含以下项中的一项或多项:普通LBP特征、高维LBP特征、Gabor特征、Fisher-Vector特征、SIFT特征、深度学习特征。

[0076] 根据本发明实施例,参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征存储在参考人脸数据库中。

[0077] 根据本发明实施例,包含参考人脸集合的参考人脸图像集合存储在参考人脸数据库中,人脸识别装置400可以进一步包括第三一级特征获得模块,用于对参考人脸集合中的

每个参考人脸进行人脸特征提取,以获得参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征。

[0078] 根据本发明实施例,识别模块430可以包括判断子模块,用于根据待识别人脸的二级特征与特定人脸的二级特征之间的二级特征相似度判断待识别人脸和特定人脸是否属于同一对象。

[0079] 根据本发明实施例,第一二级特征获得模块420可以包括相似度计算子模块和串联子模块。相似度计算子模块用于计算待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度。串联子模块用于将计算得到的所有一级特征相似度串联起来构成一个多维向量,以形成待识别人脸的二级特征。

[0080] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0081] 图5示出了根据本发明一个实施例的人脸识别系统500的示意性框图。人脸识别系统500包括图像采集装置510、存储装置520、以及处理器530。

[0082] 图像采集装置510用于采集待识别人脸图像。图像采集装置510是可选的,人脸识别系统500可以不包括图像采集装置510。

[0083] 所述存储装置520存储用于实现根据本发明实施例的人脸识别方法中的相应步骤的程序代码。

[0084] 所述处理器530用于运行所述存储装置520中存储的程序代码,以执行根据本发明实施例的人脸识别方法的相应步骤,并且用于实现根据本发明实施例的人脸识别装置中的第一一级特征获得模块410、第一二级特征获得模块420和识别模块430。

[0085] 在一个实施例中,所述程序代码被所述处理器530运行时使所述人脸识别系统500执行以下步骤:对待识别人脸图像中的待识别人脸进行人脸特征提取,以获得待识别人脸的一级特征;计算待识别人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得待识别人脸的二级特征;以及基于待识别人脸的二级特征对待识别人脸进行人脸识别。

[0086] 在一个实施例中,所述程序代码被所述处理器530运行时使所述人脸识别系统500执行的对待识别人脸进行人脸识别是利用分类器实施的,分类器利用有标注数据进行训练而获得,其中,有标注数据包括多个训练人脸图像集合并且每个训练人脸图像集合包括与同一训练人脸相对应的至少两个训练人脸图像。所述程序代码被所述处理器530运行时还使所述人脸识别系统500执行:对有标注数据中的每个训练人脸图像中的训练人脸进行人脸特征提取,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征;计算每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征与参考人脸集合中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征;以及将与同一训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为正样本,将与不同训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为负样本进行训练,以获得分类器。

[0087] 在一个实施例中,所述一级特征包含以下项中的一项或多项:普通LBP特征、高维LBP特征、Gabor特征、Fisher-Vector特征、SIFT特征、深度学习特征。

[0088] 在一个实施例中,参考人脸集中的每个参考人脸的一级特征存储在参考人脸数据库中。

[0089] 在一个实施例中,包含参考人脸集合的参考人脸图像集合存储在参考人脸数据库中,在所述程序代码被所述处理器530运行时使所述人脸识别系统500所执行的计算待识别人脸的一级特征与参考人脸集中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度以获得待识别人脸的二级特征的步骤之前,所述程序代码被所述处理器530运行时还使所述人脸识别系统500执行以下步骤:对参考人脸集中的每个参考人脸进行人脸特征提取,以获得参考人脸集中的每个参考人脸的一级特征。

[0090] 在一个实施例中,所述程序代码被所述处理器530运行时使所述人脸识别系统500所执行的对待识别人脸进行人脸识别的步骤包括:根据待识别人脸的二级特征与特定人脸的二级特征之间的二级特征相似度判断待识别人脸和特定人脸是否属于同一对象。

[0091] 在一个实施例中,所述程序代码被所述处理器530运行时使所述人脸识别系统500所执行的计算待识别人脸的一级特征与参考人脸集中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度以获得待识别人脸的二级特征的步骤包括:计算待识别人脸的一级特征与参考人脸集中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度;将计算得到的所有一级特征相似度串联起来构成一个多维向量,以形成待识别人脸的二级特征。

[0092] 此外,根据本发明实施例,还提供了一种存储介质,在所述存储介质上存储了程序指令,在所述程序指令被计算机或处理器运行时用于执行本发明实施例的人脸识别方法的相应步骤,并且用于实现根据本发明实施例的人脸识别装置中的相应模块。所述存储介质例如可以包括智能电话的存储卡、平板电脑的存储部件、个人计算机的硬盘、只读存储器(ROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM)、便携式紧致盘只读存储器(CD-ROM)、USB存储器、或者上述存储介质的任意组合。

[0093] 在一个实施例中,所述计算机程序指令在被计算机或处理器运行时可以使得计算机或处理器实现根据本发明实施例的人脸识别装置的各个功能模块,并且/或者可以执行根据本发明实施例的人脸识别方法。

[0094] 在一个实施例中,所述计算机程序指令在被计算机运行时使所述计算机执行以下步骤:对待识别人脸图像中的待识别人脸进行人脸特征提取,以获得待识别人脸的一级特征;计算待识别人脸的一级特征与参考人脸集中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得待识别人脸的二级特征;以及基于待识别人脸的二级特征对待识别人脸进行人脸识别。

[0095] 在一个实施例中,所述计算机程序指令在被计算机运行时所执行的对待识别人脸进行人脸识别是利用分类器实施的,分类器利用有标注数据进行训练而获得,其中,有标注数据包括多个训练人脸图像集合并且每个训练人脸图像集合包括与同一训练人脸相对应的至少两个训练人脸图像。所述计算机程序指令在被计算机运行时还执行:对有标注数据中的每个训练人脸图像中的训练人脸进行人脸特征提取,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征;计算每个训练人脸图像中的训练人脸的一级特征与参考人脸集中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度,以获得每个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征;以及将与同一训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为正样本,将与不同训练人脸相对应的两个训练人脸图像中的训练人脸的二级特征作为

负样本进行训练,以获得分类器。

[0096] 在一个实施例中,所述一级特征包含以下项中的一项或多项:普通LBP特征、高维LBP特征、Gabor特征、Fisher-Vector特征、SIFT特征、深度学习特征。

[0097] 在一个实施例中,参考人脸集中的每个参考人脸的一级特征存储在参考人脸数据库中。

[0098] 在一个实施例中,包含参考人脸集合的参考人脸图像集合存储在参考人脸数据库中,在所述计算机程序指令在被计算机运行时使所述计算机所执行的计算待识别人脸的一级特征与参考人脸集中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度以获得待识别人脸的二级特征的步骤之前,所述计算机程序指令在被计算机运行时还使所述计算机执行以下步骤:对参考人脸集中的每个参考人脸进行人脸特征提取,以获得参考人脸集中的每个参考人脸的一级特征。

[0099] 在一个实施例中,所述计算机程序指令在被计算机运行时使所述计算机所执行的对待识别人脸进行人脸识别的步骤包括:根据待识别人脸的二级特征与特定人脸的二级特征之间的二级特征相似度判断待识别人脸和特定人脸是否属于同一对象。

[0100] 在一个实施例中,所述计算机程序指令在被计算机运行时使所述计算机所执行的计算待识别人脸的一级特征与参考人脸集中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度以获得待识别人脸的二级特征的步骤包括:计算待识别人脸的一级特征与参考人脸集中的每个参考人脸的一级特征之间的一级特征相似度;将计算得到的所有一级特征相似度串联起来构成一个多维向量,以形成待识别人脸的二级特征。

[0101] 根据本发明实施例的人脸识别系统中的各模块可以通过根据本发明实施例的人脸识别的电子设备的处理器运行在存储器中存储的计算机程序指令来实现,或者可以在根据本发明实施例的计算机程序产品的计算机可读存储介质中存储的计算机指令被计算机运行时实现。

[0102] 根据本发明实施例的人脸识别系统方法及装置、人脸识别系统以及存储介质,通过待识别人脸与参考人脸之间的一级特征相似度而非直接通过一级特征进行人脸识别,使得本发明能够利用较少量的有标注数据和容易获得的参考人脸图像获得高精度的人脸识别效果。

[0103] 尽管这里已经参考附图描述了示例实施例,应理解上述示例实施例仅仅是示例性的,并且不意图将本发明的范围限制于此。本领域普通技术人员可以在其中进行各种改变和修改,而不偏离本发明的范围和精神。所有这些改变和修改意在包括在所附权利要求所要求的本发明的范围之内。

[0104] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0105] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的设备和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的设备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设备,或一些特征可以忽略,或不执行。

[0106] 在此处所提供的说明书中,说明了大量具体细节。然而,能够理解,本发明的实施例可以在没有这些具体细节的情况下实践。在一些实例中,并未详细示出公知的方法、结构和技术,以便不模糊对本说明书的理解。

[0107] 类似地,应当理解,为了精简本发明并帮助理解各个发明方面中的一个或多个,在对本发明的示例性实施例的描述中,本发明的各个特征有时被一起分组到单个实施例、图、或者对其的描述中。然而,并不应将该本发明的的方法解释成反映如下意图:即所要求保护的本发明要求比在每个权利要求中所明确记载的特征更多的特征。更确切地说,如相应的权利要求书所反映的那样,其发明点在于可以用少于某个公开的单个实施例的所有特征的特征来解决相应的技术问题。因此,遵循具体实施方式的权利要求书由此明确地并入该具体实施方式,其中每个权利要求本身都作为本发明的单独实施例。

[0108] 本领域的技术人员可以理解,除了特征之间相互排斥之外,可以采用任何组合对本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的所有特征以及如此公开的任何方法或者设备的所有过程或单元进行组合。除非另外明确陈述,本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的每个特征可以由提供相同、等同或相似目的的替代特征来代替。

[0109] 此外,本领域的技术人员能够理解,尽管在此所述的一些实施例包括其它实施例中包括的某些特征而不是其它特征,但是不同实施例的特征的组合意味着处于本发明的范围之内并且形成不同的实施例。例如,在权利要求书中,所要求保护的实施例的任意之一都可以以任意的组合方式来使用。

[0110] 本发明的各个部件实施例可以以硬件实现,或者以在一个或者多个处理器上运行的软件模块实现,或者以它们的组合实现。本领域的技术人员应当理解,可以在实践中使用微处理器或者数字信号处理器(DSP)来实现根据本发明实施例的物品分析设备中的一些模块的一些或者全部功能。本发明还可以实现为用于执行这里所描述的方法的一部分或者全部的装置程序(例如,计算机程序和计算机程序产品)。这样的实现本发明的程序可以存储在计算机可读介质上,或者可以具有一个或者多个信号的形式。这样的信号可以从因特网网站上下载得到,或者在载体信号上提供,或者以任何其他形式提供。

[0111] 应该注意的是上述实施例对本发明进行说明而不是对本发明进行限制,并且本领域技术人员在不脱离所附权利要求的范围的情况下可设计出替换实施例。在权利要求中,不应将位于括号之间的任何参考符号构造成对权利要求的限制。单词“包含”不排除存在未列在权利要求中的元件或步骤。位于元件之前的单词“一”或“一个”不排除存在多个这样的元件。本发明可以借助于包括有若干不同元件的硬件以及借助于适当编程的计算机来实现。在列举了若干装置的单元权利要求中,这些装置中的若干个可以是通过同一个硬件项来具体体现。单词第一、第二、以及第三等的使用不表示任何顺序。可将这些单词解释为名称。

[0112] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式或对具体实施方式的说明,本发明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发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

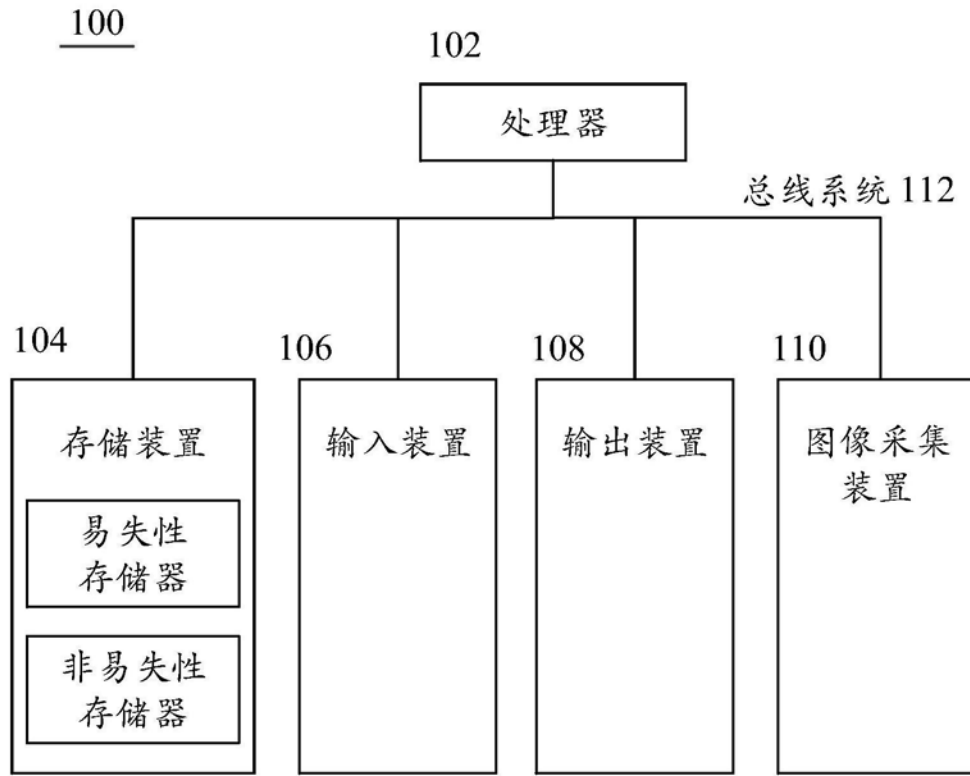


图1

200

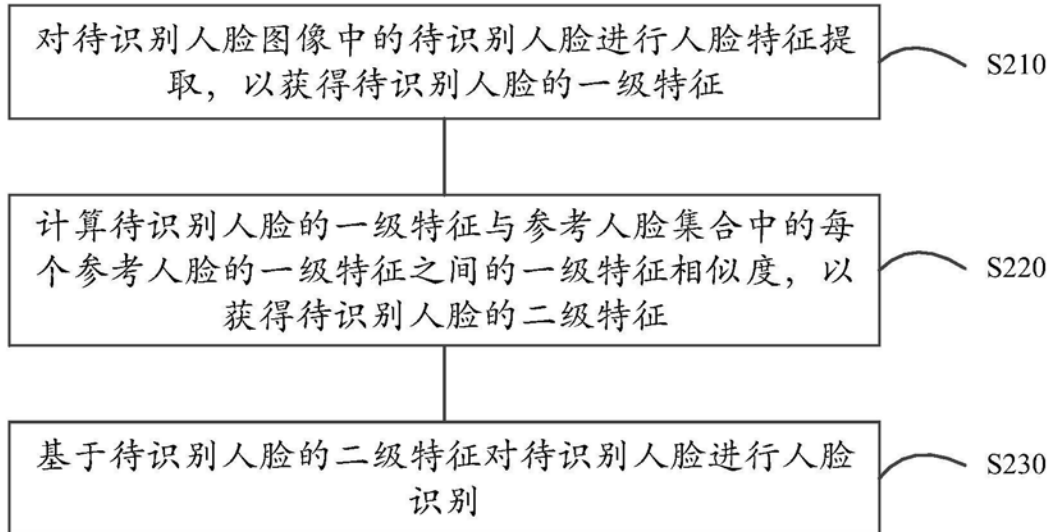


图2

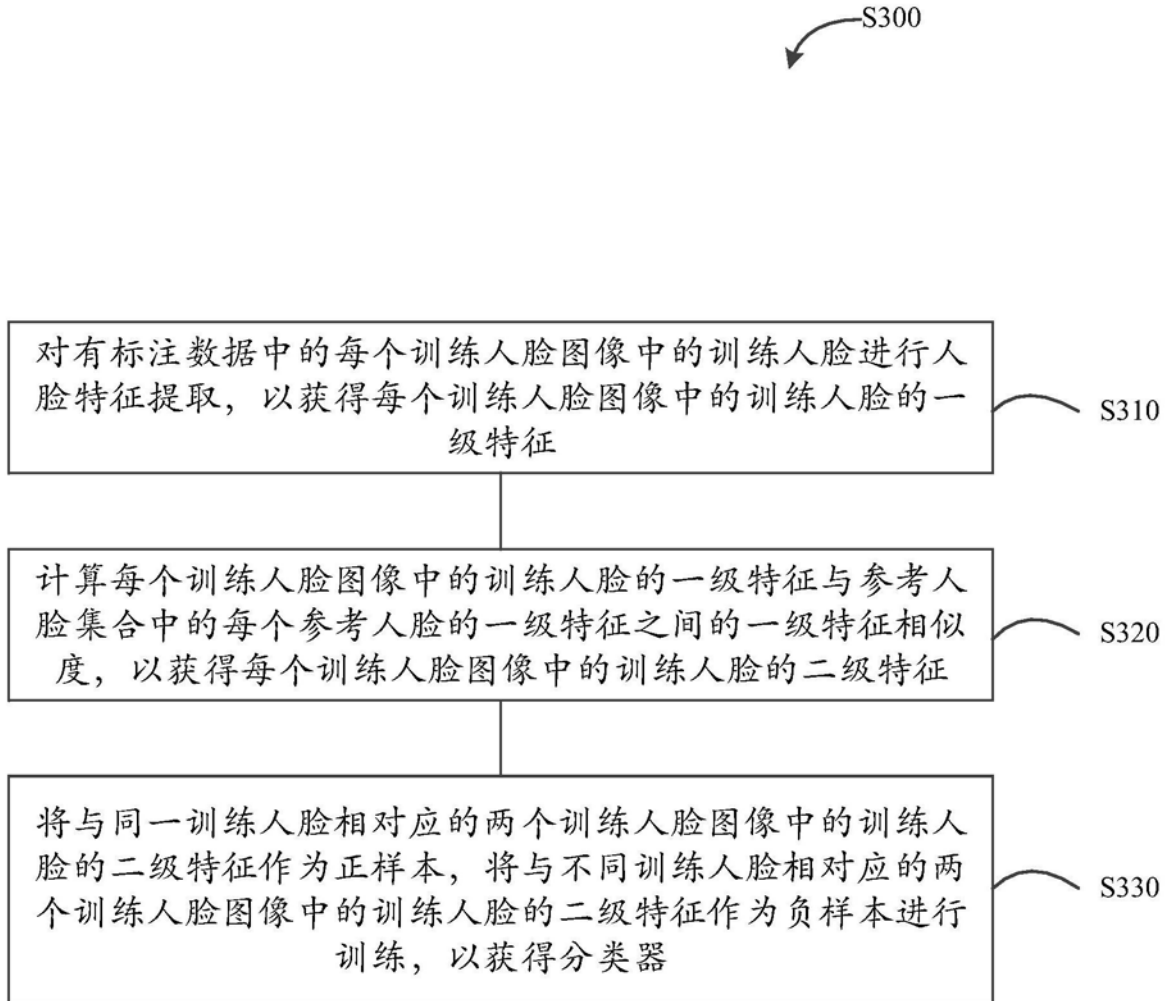


图3

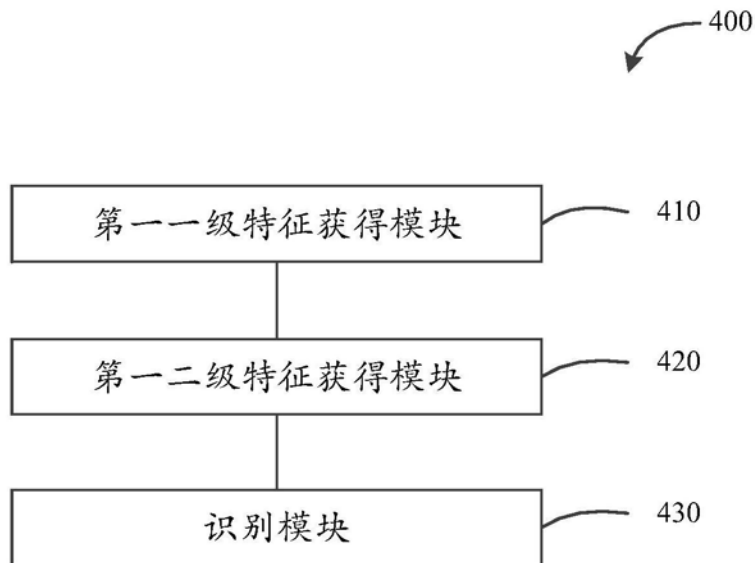


图4

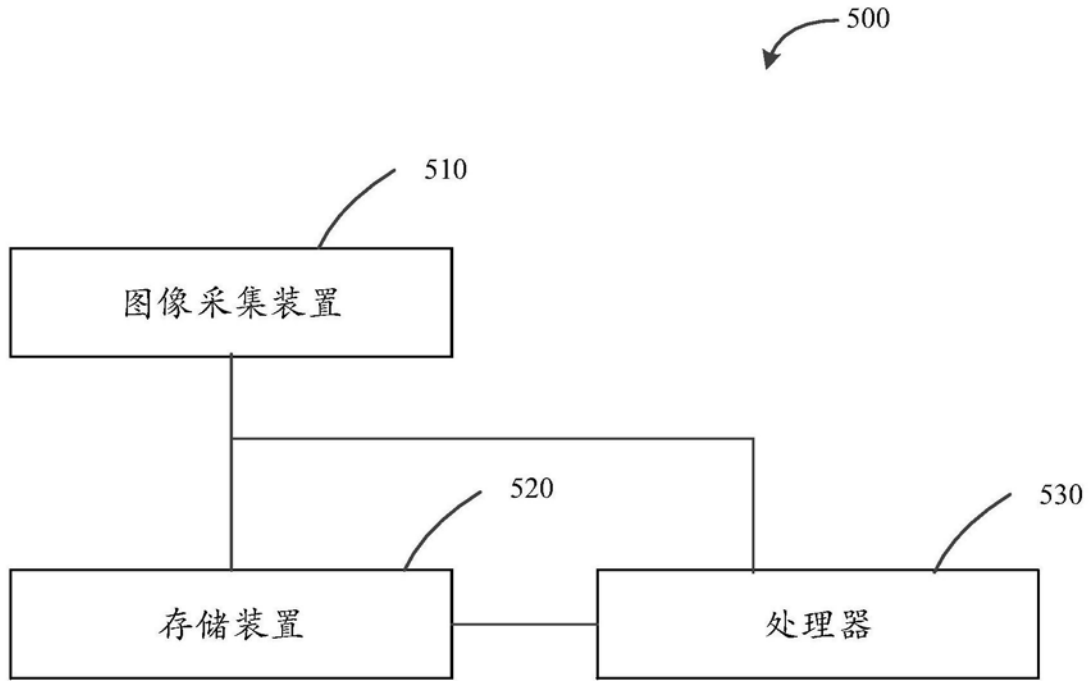


图5