



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105389554 B

(45)授权公告日 2019.05.17

(21)申请号 201510751864.1

(22)申请日 2015.11.06

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105389554 A

(43)申请公布日 2016.03.09

(73)专利权人 北京汉王智远科技有限公司
地址 100193 北京市海淀区东北旺西路8号
5号楼3层356室

(72)发明人 黄磊 蔡利君 刘昌平 张健

(74)专利代理机构 北京瑞盟知识产权代理有限公司 11300

代理人 刘昕

(51)Int.Cl.
G06K 9/00(2006.01)

(56)对比文件

US 2014037156 A1,2014.02.06,
CN 104766063 A,2015.07.08,
CN 103679118 A,2014.03.26,
CN 103077459 A,2013.05.01,
EP 2546782 A1,2013.01.16,

审查员 李爽

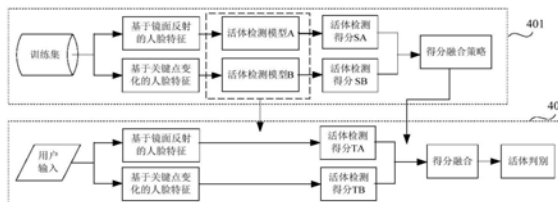
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

基于人脸识别的活体判别方法和设备

(57)摘要

本发明涉及一种基于人脸识别的活体判别方法和设备,该活体判别方法包括:获取样本的人脸图像,对人脸图像进行第一活体检测和第二活体检测,计算样本的第一活体检测得分和第二活体检测得分;确定对第一活体检测得分和第二活体检测得分进行融合的得分融合策略;获取待识别对象的人脸图像,对人脸图像进行第一活体检测和第二活体检测,计算待识别对象的第一活体检测得分和第二活体检测得分;根据得分融合策略,从待识别对象的第一活体检测得分和第二活体检测得分计算出融合得分;根据融合得分对待识别对象进行活体判别,其中,在第一活体检测中,根据镜面反射特性提取第一人臉特征,在第二活体检测中,根据面部关键点变化提取第二人脸特征。



1. 一种基于人脸识别的活体判别方法,包括以下步骤:

步骤a,获取多个识别样本的人脸图像,分别对所述识别样本的人脸图像进行第一活体检测和第二活体检测,计算所述多个识别样本的第一活体检测得分(SA)和第二活体检测得分(SB);

步骤b,确定对所述识别样本的第一活体检测得分(SA)和所述识别样本的第二活体检测得分(SB)进行融合的得分融合策略,其中,所述得分融合策略为:计算出所述第一活体检测和所述第二活体检测在相同准确率下分别对应的阈值序列,并构造两个阈值序列之间的函数关系,以及基于所述函数关系对所述识别样本的第一活体检测得分(SA)和所述识别样本的第二活体检测得分(SB)进行融合;

步骤c,获取待识别对象的人脸图像,分别对所述待识别对象的人脸图像进行所述第一活体检测和所述第二活体检测,计算所述待识别对象的第一活体检测得分(TA)和第二活体检测得分(TB);

步骤d,根据所述得分融合策略,从所述待识别对象的第一活体检测得分(TA)和第二活体检测得分(TB)计算出融合得分;以及

步骤e,根据所述融合得分对所述待识别对象进行活体判别,

其中,在所述第一活体检测中,根据所述识别样本的人脸图像的镜面反射特性提取所述识别样本的第一人脸特征,根据所述待识别对象的人脸图像的镜面反射特性提取所述待识别对象的第一人脸特征,在所述第二活体检测中,根据所述识别样本的人脸图像的面部关键点特征变化提取所述识别样本的第二人脸特征,根据所述待识别对象的人脸图像的面部关键点特征变化提取所述待识别对象的第二人脸特征。

2. 根据权利要求1所述的基于人脸识别的活体判别方法,其中,

在所述第一活体检测中,

对所述多个识别样本的人脸图像和所述待识别对象的人脸图像进行镜面反射分离,获得镜面反射图像;

将所述镜面反射图像从RGB空间转换到HSV空间,并提取V通道图像。

3. 根据权利要求2所述的基于人脸识别的活体判别方法,其中,

在提取V通道图像之后,

利用预先定义的眼睛图像标准模板对齐所述V通道图像中的人脸区域;

均匀划分对齐后的人脸区域;

提取划分后每一块人脸区域的纹理特征,串联组成所述第一人脸特征。

4. 根据权利要求1所述的基于人脸识别的活体判别方法,其中,

在所述第二活体检测中,

对于所述多个识别样本的人脸图像和所述待识别对象的人脸图像的每一个面部关键点,定义该面部关键点的邻域;

对于每一个面部关键点的邻域,提取纹理特征;

确定所述纹理特征的变化,作为所述第二人脸特征。

5. 根据权利要求1所述的基于人脸识别的活体判别方法,其中,

在所述步骤e中,确定所述融合得分是否大于阈值,如果是,则判定所述待识别对象是活体,如果不是,则判定所述待识别对象是非活体。

6. 根据权利要求1所述的基于人脸识别的活体判别方法,其中,
在所述第一活体检测中,利用支持向量机SVM训练分类模型计算所述第一活体检测得分(SA,TA)。

7. 根据权利要求1所述的基于人脸识别的活体判别方法,其中,
在所述第二活体检测中,利用基于贝叶斯理论的生成性模型计算所述第二活体检测得分(SB,TB)。

8. 根据权利要求3或4所述的基于人脸识别的活体判别方法,其中,
采用DH-LBP直方图表示所述纹理特征。

9. 一种基于人脸识别的活体检测设备(10),包括:
输入部(101),其用于获取多个识别样本的人脸图像和待识别对象的人脸图像;
第一活体检测部(104),其对所述人脸图像进行第一活体检测,计算所述多个识别样本的第一活体检测得分(SA)和所述待识别对象的第一活体检测得分(TA);

第二活体检测部(105),其对所述识别样本的人脸图像和待识别对象的人脸图像进行第二活体检测,计算所述多个识别样本的第二活体检测得分(SB)和所述待识别对象的第二活体检测得分(TB);

处理器(106),其确定对所述多个识别样本的第一活体检测得分(SA)和第二活体检测得分(SB)进行融合的得分融合策略,其中,所述得分融合策略为:计算出所述第一活体检测和所述第二活体检测在相同准确率下分别对应的阈值序列,并构造两个阈值序列之间的函数关系,以及基于所述函数关系对所述识别样本的第一活体检测得分(SA)和所述识别样本的第二活体检测得分(SB)进行融合;

第一人脸特征提取部(102),其从所获取的人脸图像中提取第一人脸特征;

第二人脸特征提取部(103),其从所获取的人脸图像中提取第二人脸特征;

其中,所述处理器(106)根据所述得分融合策略,从所述待识别对象的第一活体检测得分(TA)和第二活体检测得分(TB)计算出融合得分,并根据所述融合得分对所述待识别对象进行活体判别,

其中,

第一人脸特征提取部(102)根据所述人脸图像的镜面反射特性提取所述第一人脸特征,第二人脸特征提取部(103)根据所述人脸图像的面部关键点特征变化提取所述第二人脸特征。

基于人脸识别的活体判别方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理和人脸识别领域,特别涉及基于人脸识别的活体判别方法和设备。

背景技术

[0002] 随着对信息安全需求的不断增长,在人脸识别系统中加入活体检测的功能受到越来越多的关注。常见的人脸攻击形式包括照片、视频播放和3D模型。照片和视频播放是最常见的攻击方式,人们可以从移动设备或者监控摄像头中轻易地获取合法用户的相关资料。

[0003] 随着现代技术的发展,3D人脸的合成和模型的获取不再是一件难以实现的事,例如,ThatsMyFace.com的服务可以通过上传一张正面和一张侧面照片实现3D人脸的重构和3D模型的订制。和真实人脸相比,照片人脸是平面的,并存在二次获取带来的质量损失、模糊等问题;视频人脸具有LCD反光等现象;而3D模型人脸运动是刚性运动等。

[0004] 基于以上事实,当前的活体检测算法主要分为三类:(1)基于运动的方法;(2)基于纹理的方法;(3)基于融合的方法。

[0005] 基于运动的方法主要是分析图像帧序列的运动趋势。但是这种基于运动的方法需要对图像的背景或者用户的无意识动作进行判定,计算方法复杂。

[0006] 基于纹理的方法主要是通过找出单帧真实人脸和欺骗人脸的显著性区分特征进行活体判断,因为欺骗人脸在二次获取的过程中会带来质量下降、模糊等微纹理的变化。但是基于纹理的方法只能很好地处理低分辨率的打印照片攻击,对高清照片无效。

[0007] 现在,越来越多的研究者们把目光投向了基于融合的方法,即,通过融合至少两种活体判别方法,互补优势从而达到抵御多种攻击形式的目的。

[0008] 目前的融合方法主要分为特征层融合方法和得分层融合方法。特征层融合方法是将多个特征串联进行融合,有人提出了基于运动和纹理信息的互补策略,并对融合方法进行了研究。得分层融合方法是获取多个特征的得分,然后进行加权从而得到最终的得分。有人从非刚体运动、人脸背景一致性和图像带波效应三个方面进行分析,并通过回归模型进行得分层融合。

[0009] 然而,目前的得分层融合方法对于不同量纲、不同含义的特征,无法进行准确的融合,影响了活体识别的效率和精度。

发明内容

[0010] 本发明提供了一种基于人脸识别的活体判别方法和设备,其基于镜面反射的人脸表示和基于面部关键点特征变化的人脸表示,能够有效进行得分融合,从而提高活体判别的效率和精度。

[0011] 在本发明的活体判别方法中,主要从两个方面考虑真实人脸和攻击人脸的区别。一方面,攻击人脸图像比真实人脸图像的镜面反射成分多;另一方面,由于真实人脸和攻击人脸之间的主要区别是非刚体和刚体的差别,图像关键点邻域变化的趋势不同。具体地说,

对于攻击人脸来说,关键点变化趋势相同,然而对于真实人脸而言,由于非刚体原因,关键点的变化各不相同。

[0012] 根据本发明的第一方面,一种基于人脸识别的活体判别方法包括以下步骤:步骤a,获取多个识别样本的人脸图像,分别对所述识别样本的人脸图像进行第一活体检测和第二活体检测,计算所述多个识别样本的第一活体检测得分和第二活体检测得分;步骤b,确定对所述识别样本的第一活体检测得分和所述识别样本的第二活体检测得分进行融合的得分融合策略;步骤c,获取待识别对象的人脸图像,分别对所述待识别对象的人脸图像进行所述第一活体检测和所述第二活体检测,计算所述待识别对象的第一活体检测得分和第二活体检测得分;步骤d,根据所述得分融合策略,从所述待识别对象的第一活体检测得分和第二活体检测得分计算出融合得分;以及步骤e,根据所述融合得分对所述待识别对象进行活体判别,其中,在所述第一活体检测中,根据所述识别样本的人脸图像的镜面反射特性提取所述识别样本的第一人脸特征,根据所述待识别对象的人脸图像的镜面反射特性提取所述待识别样本的第一人脸特征,在所述第二活体检测中,根据所述识别样本的人脸图像的面部关键点特征变化提取所述识别样本的第二人脸特征,根据所述待识别对象的人脸图像的面部关键点特征变化提取所述待识别对象的第二人脸特征。

[0013] 根据本发明的第二方面,步骤b包括:计算出所述第一活体检测和所述第二活体检测在相同准确率下分别对应的阈值序列;构造两个阈值序列之间的函数关系;以及基于所述函数关系对所述识别样本的第一活体检测得分和所述识别样本的第二活体检测得分进行融合。

[0014] 根据本发明的第三方面,在所述第一活体检测中,对所述多个识别样本的人脸图像和所述待识别对象的人脸图像进行镜面反射分离,获得镜面反射图像;将所述镜面反射图像从RGB空间转换到HSV空间,并提取V通道图像。

[0015] 根据本发明的第四方面,在提取V通道图像之后,利用预先定义的眼睛图像标准模板对齐所述V通道图像中的人脸区域;均匀划分对齐后的人脸区域;提取划分后每一块人脸区域的纹理特征,串联组成所述第一人脸特征。

[0016] 根据本发明的第五方面,在所述第二活体检测中,对于所述多个识别样本的人脸图像和所述待识别对象的人脸图像的每一个面部关键点,定义该面部关键点的邻域;对于每一个面部关键点的邻域,提取纹理特征;确定所述纹理特征的变化,作为所述第二人脸特征。

[0017] 根据本发明的第六方面,在所述步骤e中,确定所述融合得分是否大于阈值,如果是,则判定所述待识别对象是活体,如果不是,则判定所述待识别对象是非活体。

[0018] 根据本发明的第七方面,在所述第一活体检测中,利用支持向量机SVM训练分类模型计算所述第一活体检测得分。

[0019] 根据本发明的第八方面,在所述第二活体检测中,利用基于贝叶斯理论的生成性模型计算所述第二活体检测得分。

[0020] 根据本发明的第九方面,采用DH-LBP直方图表示所述纹理特征。

[0021] 根据本发明的第十方面,一种基于人脸识别的活体检测设备包括:输入部,其用于获取多个识别样本的人脸图像和待识别对象的人脸图像;第一活体检测部,其对所述人脸图像进行第一活体检测,计算所述多个识别样本的第一活体检测得分和所述待识别对象的

第一活体检测得分;第二活体检测部,其对所述识别样本的人脸图像和待识别对象的人脸图像进行第二活体检测,计算所述多个识别样本的第二活体检测得分和所述待识别对象的第二活体检测得分;处理器,其确定对所述多个识别样本的第一活体检测得分和第二活体检测得分进行融合的得分融合策略;第一人脸特征提取部,其从所获取的人脸图像中提取第一人脸特征;第二人脸特征提取部,其从所获取的人脸图像中提取第二人脸特征;其中,所述处理器根据所述得分融合策略,从所述待识别对象的第一活体检测得分和第二活体检测得分计算出融合得分,并根据所述融合得分对所述待识别对象进行活体判别,其中,第一人脸特征提取部根据所述人脸图像的镜面反射特性提取所述第一人脸特征,第二人脸特征提取部根据所述人脸图像的面部关键点特征变化提取所述第二人脸特征。

[0022] 本发明采用得分融合策略对基于镜面反射特性的人脸表示和基于面部关键点特征变化的人脸表示进行融合来进行活体判别,判别精度高。

附图说明

[0023] 附图与文字描述一起用来对本发明的实施方式作进一步的说明。其中:

[0024] 图1示出了本发明的基于人脸识别的活体判别设备的框图。

[0025] 图2示出了本发明的基于人脸识别的活体判别方法的示意图。

[0026] 图3示出了本发明的基于人脸识别的活体判别方法的流程图。

[0027] 图4示出了获得基于镜面反射的人脸特征的过程。

[0028] 图5示出了面部关键点及其邻域。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图详细说明本发明的实施方式。在所有附图中,相同标号表示相同元件,并省略其重复说明。

[0030] 图1示出了本发明的用于人脸识别的活体检测设备的框图。

[0031] 本发明的用于人脸识别的活体检测设备10包括输入部101、第一人脸特征提取部102、第二人脸特征提取部103、第一活体检测部104、第二活体检测部105和处理器106。

[0032] 输入部101用于接收多个识别样本的人脸图像和用户输入的待识别对象的人脸图像。具体地,输入部101可以是摄像机。

[0033] 第一人脸特征提取部102用于从人脸图像中提取基于镜面反射的人脸特征,所述基于镜面反射的人脸特征包括多个识别样本的基于镜面反射的人脸特征和待识别对象的基于镜面反射的人脸特征。

[0034] 第二人脸特征提取部103用于从人脸图像中提取基于关键点变化的人脸特征,所述基于关键点变化的人脸特征包括多个识别样本的基于关键点变化的人脸特征和待识别对象的基于关键点变化的人脸特征。

[0035] 第一活体检测部104用于从第一人脸特征提取部102所提取的基于镜面反射的人脸特征得到识别样本的活体检测得分SA和待识别对象的活体检测得分TA。

[0036] 第二活体检测部105用于从第二人脸特征提取部103所提取的基于关键点变化的人脸特征得到识别样本的活体检测得分SB和待识别对象的TB。

[0037] 处理器106控制输入部101、第一人脸特征提取部102、第二人脸特征提取部103、第

一活体检测部104、第二活体检测部105的整体动作,并且确定得分融合策略、进行得分融合和活体判别。

[0038] 下面参照图2概括说明本发明的活体判别方法。

[0039] 图2示出了本发明的用于人脸识别的活体判别方法的示意图。

[0040] 如图2所示,本发明的活体判别方法包括两个阶段:训练阶段201和检测阶段202,如图2的虚线框所示。

[0041] 训练阶段201包括:获取来自训练集的多个识别样本的人脸图像,提取出多个识别样本的基于镜面反射的人脸特征和基于关键点变化的人脸特征。通过活体检测模型A和活体检测模型B分别得到多个识别样本的活体检测得分SA和活体检测得分SB。然后确定对活体检测得分SA和活体检测得分SB进行得分融合的得分融合策略。

[0042] 检测阶段202包括:获取用户输入的待识别对象的人脸图像,提取出待识别对象的基于镜面反射的人脸特征和基于关键点变化的人脸特征。再次通过活体检测模型A和活体检测模型B分别得到所述待识别对象的活体检测得分TA和TB。

[0043] 然后,根据在训练阶段得到的得分融合策略,从活体检测得分TA和TB计算出融合得分。最后根据融合得分进行活体判别。

[0044] 如上所述,在本发明的活体判别方法中,输入到活体检测模型A中的是基于镜面反射的人脸特征,输入到活体检测模型B中的是基于面部关键点变化的人脸特征。

[0045] 接下来,参照图3更详细地说明本发明的活体判别方法。

[0046] 图3示出了本发明的用于人脸识别的活体判别方法的流程图。

[0047] 首先,获取多个识别样本的人脸图像(步骤S300)。本发明采用通过经典的Viola and Jones方法进行人脸检测,人脸可以是正面也可以是侧面。

[0048] 接下来,从所获取的多个识别样本的人脸图像中提取多个识别样本的基于镜面反射的人脸特征(步骤S301),然后计算所述多个识别样本的活体检测得分SA(步骤S302)。下面结合图4对步骤S301和步骤S302进行详细说明。

[0049] 图4示出了获得基于镜面反射的人脸特征的过程。

[0050] 基于双色反射模型,图像反射由漫反射和镜面反射两部分组成:

$$[0051] \quad I = c_d I_d + c_s I_s \quad (1)$$

[0052] 其中I是RGB图像三通道向量, I_d 和 I_s 分别表示图像的漫反射和镜面反射成分, c_d 和 c_s 是对应的系数,由物体表面材质和几何决定。

[0053] 基于级联双色反射模型,对于照片或者视频攻击,首先真实人脸被摄像头获取,然后被打印或者放置在视频设备内,最后用摄像头二次获取。这种情况下,图像反射看作是一次摄像头获取产生的镜面反射和二次获取时打印平面或者LCD屏幕带来的镜面反射的叠加。令 $I_1 = c_{d_1} I_{d_1} + c_{s_1} I_{s_1}$,则二次获取的图像可以表示为:

$$\begin{aligned}
 [0054] \quad I_2 &= c_{d_2} I_1 + c_{s_2} I_{s_2} \\
 &= c_{d_2} (c_{d_1} I_{d_1} + c_{s_1} I_{s_1}) + c_{s_2} I_{s_2} \\
 &= c_{d_2} c_{d_1} I_{d_1} + (c_{d_2} c_{s_1} I_{s_1} + c_{s_2} I_{s_2})
 \end{aligned} \quad (2)$$

[0055] 需要指出的是,公式(2)中的第二项镜面反射部分是原始图像的镜面反射和打印或者LCD屏幕带来的镜面反射的叠加。因此,和直接获取的真实人脸相比,攻击人脸具有不

同的镜面反射成分。

[0056] 下面说明如何获得本发明的基于镜面反射的人脸特征。

[0057] 首先,采用双边滤波实时去除光谱高亮的方法对图4的(a)所示的人脸图像进行镜面反射分离,得到镜面反射成分,如图4的(b)所示。

[0058] 然后执行以下步骤:

[0059] 1) 将镜面反射图像从RGB空间转换到HSV空间,并提取V通道图像,如图4的(c)所示;2) 将人脸区域对齐,具体来讲,可以通过将眼睛的位置定位在固定位置来实现,如图4的(d)所示;3) 均匀划分对齐后的人脸区域,此处被划分为 4×4 块,如图4的(e)所示,也可以划分为更多或更少的块;4) 提取每一块的纹理特征,并串联起来组成整个人脸的特征,如图4的(f)所示。

[0060] 例如,在2)中,为了得到对齐的人脸区域,可以执行以下操作:定位眼睛关键点和基于眼睛关键点对齐人脸。本发明采用精确形状回归方法进行眼睛关键点定位。首先定义眼睛图像标准模板的大小,并设置左右眼睛的位置,例如分别为屏幕上(16,21)和(48,21)的像素位置。眼睛图像标准模板例如为 64×64 像素大小。这里,眼睛图像标准模板大小和内外眼角位置的选择具有一定的联系,选择的标准是眼睛图像标准模板能够包含完全的眼睛区域和尽可能少的背景区域。只要定位到两个眼睛的位置,即可通过旋转和尺度变换得到对齐的眼睛图像。具体为:(a) 连接左眼和右眼,将该连接线段旋转使得左眼和右眼中心处于同一水平线上,人脸区域的其他像素也进行相同的旋转。(b) 将处于同一水平位置上的眼睛中心通过尺度变化使之与根据所述人脸图像标准模板上定义的眼睛位置重合,与此同时人脸区域的其他像素也做相同的尺度变换。这样就得到对齐的人脸图像。

[0061] 在4)中,对于每一个划分的子区域,可以采用DH-LBP直方图表示纹理信息。

[0062] 在得到基于镜面反射的人脸特征后,采用支持向量机SVM训练分类模型,将每一个识别样本带入该训练分类模型中,得到识别样本的活体检测得分SA。

[0063] 返回图3,在步骤S302之后,从多个识别样本的人脸图像中提取多个识别样本的基于关键点变化的人脸特征(步骤S303),然后计算识别样本的活体检测得分SB(步骤S304)。下面结合图5对步骤S303和步骤S304进行详细说明。

[0064] 图5示出了面部关键点及其邻域。根据本发明,提取基于面部关键点及其邻域变化的人脸特征,计算得到识别样本的活体检测得分SB。

[0065] 考虑到真实人脸和攻击人脸之间的主要差别在于非刚体运动和刚体运动之间的差异,本发明提出了利用基于面部关键点邻域纹理变化的人脸特征来进行活体识别。在说明书中,面部关键点邻域纹理变化也简称为面部关键点变化。

[0066] 具体地,令 $\{kp_i\}_{i=1}^n$ 表示面部关键点序列,例如,图5所示的60个关键点。对于每一个 kp_i ,定义以 kp_i 为中心, $h \times h$ 像素大小的区域为关键点 kp_i 的邻域,用 R_i 表示。令 $\{I_m\}_{m=1}^N$ 表示从视频中提取的视频序列,对于每一个 I_m ,每一个关键点都对应一个邻域。本发明用 $\{I_m, \{kp_{m,i}, R_{m,i}\}_{i=1}^n\}_{m=1}^N$ 来表示图像和其关键点以及邻域的对应关系,其中 $kp_{m,i}$ 是 I_m 图像的第 i 个面部关键点, $R_{m,i}$ 表示 I_m 图像的第 i 个面部关键点的邻域。

[0067] 具体地,图5示出了60个关键点和对应的邻域。对于每一幅图像的每一个关键点的

邻域 $R_{m,i}$,提取DH-LBP特征作为纹理特征,记为 $f_{m,i}$ 。确定所述纹理特征的变化,作为所述基于关键点变化的人脸表示特征,即,基于关键点变化的人脸图像表示为:

$f_m = [f_{m,1} - f_{1,1}, f_{m,2} - f_{1,2}, \dots, f_{m,n} - f_{1,n}]$,为了保证所有样本的特征均值为0, f_m 的镜像特征 $-f_m = [f_{1,1} - f_{m,1}, f_{1,2} - f_{m,2}, \dots, f_{1,n} - f_{m,n}]$ 也作为图像 I_m 的特征,特征维数为 $D = n \times 16 = 60 \times 16 = 960$ 维。

[0068] 随后,基于关键点变化特征进行活体检测,得到识别样本的活体检测得分SB。

[0069] 考虑到特征维数和样本规模的相对关系,本发明采用基于贝叶斯理论的生成性模型进行活体检测得分获取。令 w_g 和 w_a 分别表示真实人脸和攻击人脸,对于一个新的测试样本 x ,活体检测得分定义为:

$$[0070] \quad score = \frac{p(w_g | x)}{p(w_a | x)} \quad (3)$$

[0071] 基于贝叶斯后验概率, $p(w_i | x) = p(x | w_i) p(w_i)$, $i = g, a$,假设 $p(w_g) = p(w_a)$,则公式(3)等价于

$$[0072] \quad score = \frac{p(x | w_g)}{p(x | w_a)} \quad (4)$$

[0073] 本发明中, $p(x | w_i)$ 被建模为高斯模型:

$$[0074] \quad p(x | w_i) = \frac{\exp\left(-\frac{1}{2} x^T \Sigma_i^{-1} x\right)}{(2\pi)^{\frac{D}{2}} |\Sigma_i|^{\frac{1}{2}}} \quad (5)$$

[0075] 可以将特征空间划分为两个互补子空间:子空间F和正交补空间 \bar{F} :

$$[0076] \quad p(x | w_i) = \left[\frac{\exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{l=1}^M \frac{y_l^2}{\lambda_l^2}\right)}{(2\pi)^{\frac{D}{2}} \prod_{l=1}^M \lambda_l} \right] \left[\frac{\exp\left(-\frac{\varepsilon(x)^2}{2\rho}\right)}{(2\pi\rho)^{\frac{D-M}{2}}} \right] \quad (6)$$

[0077] 其中, $\rho = \frac{1}{D-M} \sum_{l=M+1}^D \lambda_l$ 。

[0078] 下面返回图3,在计算出活体检测得分SA和SB之后,确定对活体检测得分SA和SB进行融合的得分融合策略(步骤S305)。如上所述,本发明提出了一种有效的得分融合策略。

[0079] 概括来讲,本发明的得分融合策略的中心思想是得分对齐,包含以下步骤:计算出两种活体检测模型在相同准确率下分别对应的阈值序列;构造两个阈值序列之间的函数关系;通过所构造的函数关系进行最后的得分融合。

[0080] 具体地,通过执行以下操作来确定得分融合策略:

[0081] (1) 对于识别样本的活体检测得分SA,计算 $\{(Y_i, P_i)\}$,其中 Y_i 是 $[\min(SA), \max(SA)]$ 的均匀划分,这里取1000。 P_i 是阈值为 Y_i 时对应的准确率。

[0082] (2) 对于识别样本的活体检测得分SB,计算 $\{(X_j, Q_j)\}$,其中 X_j 是 $[\min(SB), \max$

(SB)]的均匀划分,这里取1000。 Q_j 是阈值为 X_j 时对应的准确率。

[0083] (3) 找到满足 $P_{k_l} = Q_{k_l}$ 的指标集合 $\{k_1, k_2, \dots, k_L\}$ 。

[0084] (4) 构造函数 $f(\cdot)$, 使其满足 $Y_{k_l} = f(X_{k_l}), l=1, \dots, L$ 。

[0085] 为了简单,我们采用线性函数 $Y_{k_l} = a + b \times X_{k_l}, l=1, \dots, L$ 。权重 $w = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ 可以通过最小二乘获取:

$$[0086] \quad \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (7)$$

$$[0087] \quad \text{其中, } X = \begin{bmatrix} 1 & X_{k_1} \\ \vdots & \vdots \\ 1 & X_{k_L} \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} Y_{k_1} \\ \vdots \\ Y_{k_L} \end{bmatrix}$$

[0088] (5) 通过 $f(\cdot)$ 对齐SA和SB: $\hat{S}B = a + b \times SB$ 。

[0089] (6) 进行得分融合: $\tilde{S} = SA + \hat{S}B$ 。

[0090] 通过利用函数对两种得分进行映射,减少了不同类型得分之间量纲和尺度的不同。该方法不需要用户的配合,是系统自动完成的,提高了活体检测的效率,减少了用户的配合负担,能带来良好的用户体验。

[0091] 再次返回图3,接下来,获取待识别对象的人脸图像(步骤S306)。然后从所获取的人脸图像中提取基于镜面反射的人脸特征(步骤S307),然后得到待识别对象的活体检测得分TA(步骤S308)。

[0092] 接下来,从所获取的待识别对象的人脸图像中提取基于关键点变化的人脸特征(步骤S309),然后得到待识别对象的活体检测得分TB(步骤S310)。

[0093] 实际上,步骤S306至S310与步骤S300至S304相似,将提取的待识别对象的基于镜面反射的人脸特征和基于关键点变化的人脸特征带入活体检测模型A和活体检测模型B,分别得到所述待识别对象的活体检测得分TA和TB。

[0094] 然后,根据步骤S305确定的得分融合策略,从待识别对象的活体检测得分TA和TB计算出融合得分(步骤S311)。

[0095] 根据计算出的融合得分,判断待识别对象是否是活体(步骤S312)。如果融合得分大于阈值T,则是活体,否则是非活体。

[0096] 本发明的基于人脸识别的活体判别方法和设备,通过利用函数对两种得分进行映射,解决了不同类型得分之间量纲和尺度不同的问题。相比现有技术的简单融合方法,本发明的方法提高了活体判别的效率,提高了判别的精度。

[0097] 以上结合具体实施方式对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明。应理解的是,以上仅仅是出于例示的目的介绍了本发明的具体实施方式,并不是要限制本发明。凡在本发明的精神和原则之内所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

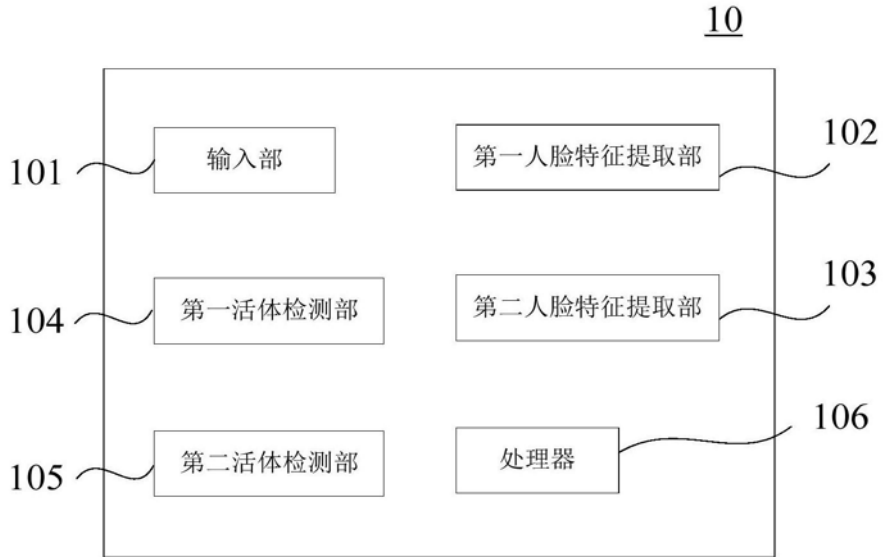


图1

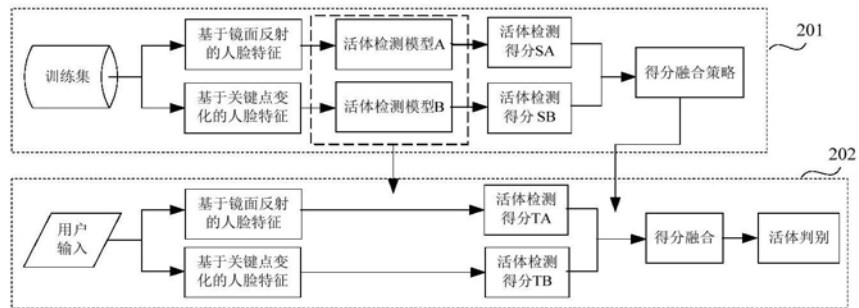


图2

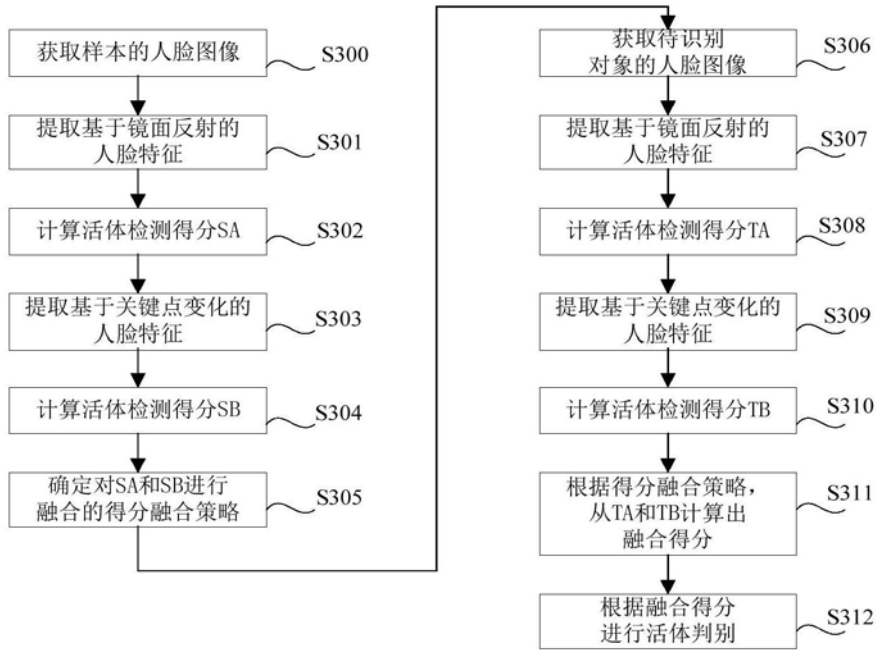


图3

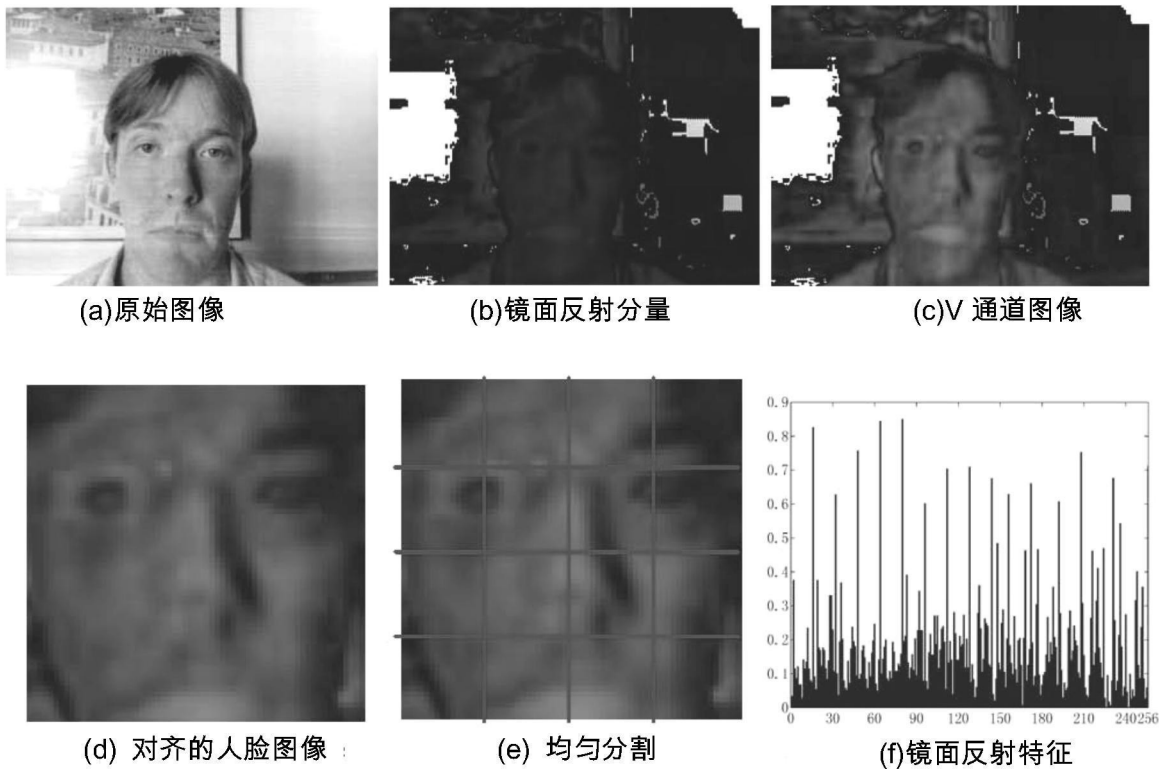


图4

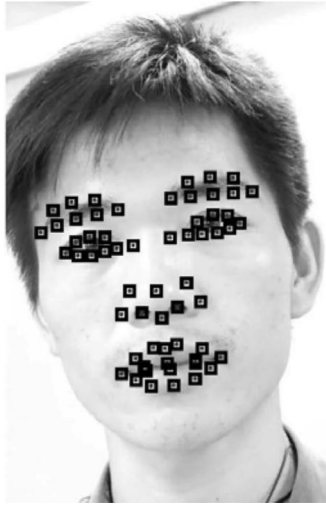


图5