



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108596082 A

(43)申请公布日 2018.09.28

(21)申请号 201810365304.6

(22)申请日 2018.04.20

(71)申请人 重庆邮电大学

地址 400065 重庆市南岸区南山街道崇文路2号

(72)发明人 高陈强 李新豆 韩慧 汪澜 周青松

(74)专利代理机构 重庆辉腾律师事务所 50215 代理人 王海军

(51)Int.Cl.

G06K 9/00(2006.01)

G06K 9/46(2006.01)

G06K 9/62(2006.01)

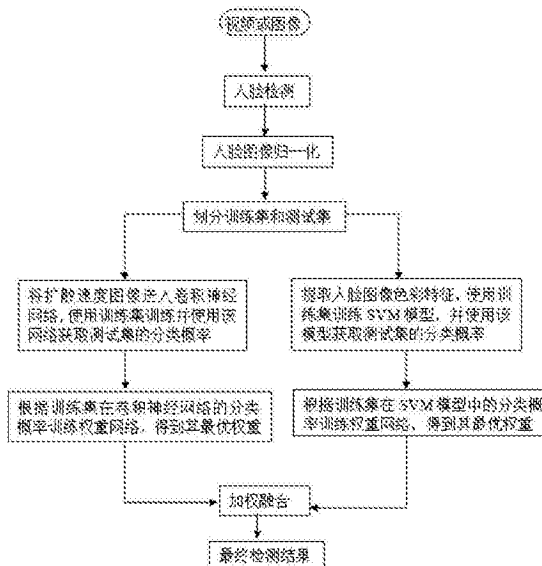
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

基于图像扩散速度模型和色彩特征的人脸活体检测方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于图像扩散速度模型和色彩特征的人脸活体检测方法,属于图像处理与计算机视觉技术领域。包含:S1对所有人脸图像做归一化处理,并将其分为训练集和测试集;S2将扩散速度图像送入卷积神经网络,使用训练集训练卷积神经网络,并使用该网络获取测试集的分类概率;S3提取人脸图像色彩特征,训练SVM模型,并使用该模型获取测试集的分类概率;S4根据训练集在卷积神经网络和SVM模型中的分类概率分别训练权重网络,得到各自最优权重;S5将测试集在卷积神经网络和SVM中的分类概率做加权融合,得到最终检测结果。本发明同时结合图像扩散速度特征和色彩特征更为全面地利用了图像信息,提高了人脸活体检测的准确率。



1. 基于图像扩散速度模型和色彩特征的人脸活体检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1: 提取人脸图像,对所有人脸图像做归一化处理,并将其分为训练集和测试集;

S2: 对人脸图像进行各项异性扩散,并将扩散速度图像送入卷积神经网络,使用训练集训练卷积神经网络,并使用该网络获取测试集的分类概率;

S3: 提取人脸图像色彩特征,使用训练集训练SVM模型,并使用该模型获取测试集的分类概率;

S4: 根据训练集在卷积神经网络和SVM模型中的分类概率分别训练权重网络,得到各自最优权重;

S5: 根据卷积神经网络和SVM模型各自的最优权重,将测试集在卷积神经网络和SVM中的分类概率做加权融合,得到最终检测结果。

2. 根据权利要求1所述的基于图像扩散速度模型和色彩特征的人脸活体检测方法,其特征不在于:步骤S1所述提取人脸图像,具体包括:

从视频序列中随机抽取一帧图像或者从一系列图像中随机抽取一张图像作为原始图像;使用人脸检测算法检测出人脸的位置,并裁剪出人脸图像。

3. 根据权利要求1所述的基于图像扩散速度模型和色彩特征的人脸活体检测方法,其特征不在于:步骤S2具体包括:

对人脸图像进行各向异性扩散,增强图像的边缘信息;将人脸图像各向异性扩散前后的差值作为图像的扩散速度,构建扩散速度模型;将扩散速度图像送入卷积神经网络,使用训练集训练卷积神经网络,并使用该网络获取测试集的分类概率。

4. 根据权利要求1所述的基于图像扩散速度模型和色彩特征的人脸活体检测方法,其特征不在于:步骤S3提取人脸图像的色彩特征,具体包括:

将人脸图像的色彩空间从红R、绿G、蓝B的RGB模式转换为色调H、饱和度S、明度V的HSV模式;计算HSV色彩空间人脸图像的均值、方差、偏度,同时计算人脸图像的方向梯度直方图;将人脸图像的均值、方差、偏度,以及方向梯度直方图的最小值和最大值作为人脸图像的色彩特征。

5. 根据权利要求1所述的基于图像扩散速度模型和色彩特征的人脸活体检测方法,其特征不在于:步骤S4具体包括:

1) 随机初始化输出概率的权重 $w_1$ 、 $w_2$ 以及网络节点的权重 $w_q$ ;

2) 利用误差方向传播算法更新权重 $w_1$ 、 $w_2$ ;

3) 固定 $w_1$ 、 $w_2$ ,利用误差反向传播算法更新 $w_q$ ;

4) 迭代进行第2) 和第3) 步,直到损失函数收敛,得到最优权重。

6. 根据权利要求1所述的基于图像扩散速度模型和色彩特征的人脸活体检测方法,其特征不在于:步骤S5具体包括:

获取测试集在卷积神经网络和SVM模型中的分类概率,根据最优权重将两种概率值加权求和,某类别最终的概率值表达式:

$$P = P_1 w_1 + P_2 w_2$$

其中: $P_1$ 为卷积神经网络下该类别的概率; $w_1$ 为卷积神经网络下的最优权重; $P_2$ 为SVM模型下该类别的概率; $w_2$ 为SVM下的最优权重;取概率值最大的类别作为最终的检测结果。

## 基于图像扩散速度模型和色彩特征的人脸活体检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于图像处理与计算机视觉技术领域,涉及一种基于图像扩散速度模型和色彩特征的人脸活体检测方法。

### 背景技术

[0002] 人脸识别近年来一直是计算机视觉领域的研究热点,其在安防、交通、金融等领域均有广泛应用。由于该技术为身份认证过程带来很大的便捷性,已经受到人们的欢迎。与此同时,人们对人脸识别的安全性也提出了更高的要求。当前的人脸识别技术主要基于图像信息,因此,该技术容易受到攻击。攻击类型主要有两种:合法用户的照片攻击、合法用户的视频攻击。

[0003] 真实人脸图像通过拍摄三维人脸得到,而虚假人脸图像通过二次采集合法用户的照片或视频得到。基于真实人脸和虚假人脸的不同,目前的研究方法主要分为三种:第一种是基于纹理信息的人脸活体检测方法,这类方法在特定的光照环境下,表现较好,但是泛化能力弱。第二种是基于运动信息的人脸活体检测方法。这类方法利用人体的自然反应,例如眨眼、嘴部运动、头部运动、分别提出对应的人脸活体检测算法。基于运动信息的人脸活体检测方法容易受到光照等自然环境的影响,且通常需要处理序列图像,计算时间较长。第三种是基于图像质量的人脸活体检测方法。真实人脸图像通过拍摄三维人脸得到,拍摄过程中容易聚焦,图像更加清晰,而虚假人脸通过二次采集合法用户的照片或视频得到,不容易聚焦,在二次采集的过程中可能会丢失部分信息。

[0004] 真实人脸为三维结构,经光线照射后会反生漫反射,轮廓周围光线变化大,图像扩散速度快。照片和视频为二维平面,经光线照射后会发生镜面反射,轮廓周围光线变化小,扩散速递慢。扩散速度模型能够很好的评估这种差异。在色彩方面,由于物理成像原因,真实人脸图像会呈现出更加丰富的色彩信息。因此,色彩信息是区别真实人脸图像和虚假人脸图像的重要纹理特征。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种基于图像扩散速度模型和色彩特征的人脸活体检测方法,图像扩散速度模型可以很好地描述图像的空间特征,色彩特征信息是区别真实人脸图像和虚假人脸图像的重要纹理特征;结合图像扩散速度模型和色彩特征来提升人脸识别准确率。

[0006] 为达到上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0007] 基于图像扩散速度模型和色彩特征的人脸活体检测方法,包括以下步骤:

[0008] S1:提取人脸图像,对所有人脸图像做归一化处理,并将其分为训练集和测试集;

[0009] S2:对人脸图像进行各项异性扩散,并将扩散速度图像送入卷积神经网络,使用训练集训练卷积神经网络,并使用该网络获取测试集的分类概率;

[0010] S3:提取人脸图像色彩特征,使用训练集训练SVM模型,并使用该模型获取测试集

的分类概率；

[0011] S4:根据训练集在卷积神经网络和SVM模型中的输出概率训练权重网络,得到最优权重；

[0012] S5:根据最优权重,将测试集在卷积神经网络和SVM中的分类结果做加权融合,得到最终检测结果。

[0013] 进一步的,步骤S1所述提取人脸图像,具体包括:

[0014] 从视频序列中随机抽取一帧图像或者从一系列图像中随机抽取一张图像作为原始图像;使用人脸检测算法检测出人脸的位置,并裁剪出人脸图像。

[0015] 进一步的,步骤S2训练卷积神经网络,具体包括:

[0016] 对人脸图像进行各向异性扩散,增强图像的边缘信息;将人脸图像各向异性扩散前后的差值作为图像的扩散速度,构建扩散速度模型;并将扩散速度图像送入卷积神经网络,使用训练集训练卷积神经网络,并使用该网络获取测试集的分类概率;

[0017] 进一步的,步骤S3提取人脸图像的色彩特征,具体包括:

[0018] 将人脸图像的色彩空间从红R、绿G、蓝B的RGB模式转换为色调H、饱和度S、明度V的HSV模式;计算HSV色彩空间人脸图像的均值、方差、偏度,同时计算人脸图像的方向梯度直方图;将人脸图像的均值、方差、偏度,以及方向梯度直方图的最小值和最大值作为人脸图像的色彩特征。

[0019] 进一步的,训练权重网络,得到最优权重,步骤S4具体包括:

[0020] 1) 随机初始化输出概率权重 $w_1$ 、 $w_2$ 以及网络节点的权重 $w_q$ ;

[0021] 2) 利用误差方向传播算法更新权重 $w_1$ 、 $w_2$ ;

[0022] 3) 固定 $w_1$ 、 $w_2$ ,利用误差反向传播算法更新 $w_q$ ;

[0023] 4) 迭代进行第2) 和第3) 步,直到损失函数收敛,得到最优权重。

[0024] 进一步的,步骤S5具体包括:

[0025] 获取测试集在卷积神经网络和SVM模型中的分类概率,根据最优权重将两种概率值加权求和,某类别最终的概率值表达式:

[0026]  $P = P_1 w_1 + P_2 w_2$

[0027] 其中: $P_1$ 为卷积神经网络下该类别的概率; $w_1$ 为卷积神经网络下的最优权重; $P_2$ 为SVM模型下该类别的概率; $w_2$ 为SVM下的最优权重;取概率值最大的类别作为最终的检测结果。

[0028] 本发明的有益效果在于:1) 本发明提出一种基于图像扩散速度模型和色彩特征的人脸活体检测算法,该方法能够准确的检测出虚假人脸图像。2) 本方法同时提取图像的扩散速度特征和色彩特征,更加全面的利用图像信息,提高人脸活体检测的准确率。

## 附图说明

[0029] 为了使本发明的目的、技术方案和有益效果更加清楚,本发明提供如下附图进行说明:

[0030] 图1为本发明整体流程示意图;

[0031] 图2为卷积神经网络结构示意图;

[0032] 图3为卷积神经网络分类过程示意图;

[0033] 图4为本发明在测试集上面的ROC曲线图。

### 具体实施方式

[0034] 下面结合说明书附图对本发明一种基于图像扩散速度模型和色彩特征的人脸活体检测方法进行进一步的说明。

[0035] 在本发明中,首先使用人脸检测算法检测出原始图像中人脸的位置,并对人脸图像做归一化处理。然后提取归一化后人脸图像的色彩特征,并训练SVM模型。在图像扩散速度模型中,对归一化后的人脸图像进行各向异性扩散,将人脸图像各向异性扩散前后的差值作为图像的扩散速度,构建扩散速度模型;并将扩散速度图像送入卷积神经网络,使用训练集训练卷积神经网络,并使用该网络获取测试集的分类概率。使用误差反向传播算法训练权重网络,得到最优权重。根据最优权重对分类结果做加权融合,得到最终分类结果。

[0036] 本次使用的数据集共有50名测试者,覆盖了不同肤色的人种,共有1200个短视频,正样本(真实人脸视频)200个,负样本(虚假人脸视频)1000个。

[0037] 图1为本发明基于图像扩散速度模型和色彩特征的人脸活体检测方法的示意图,如图所示,本发明方法具体包括以下步骤:

[0038] S1:提取人脸图像,对所有人脸图像做归一化处理,并将其分为训练集和测试集。

[0039] 所述提取人脸图像是指从视频序列中随机抽取一帧图像或者从一系列图像中随机抽取一张图像作为原始图像;使用人脸检测算法检测出人脸的位置,并裁剪出人脸图像。

[0040] S2:对人脸图像进行各项异性扩散,并将扩散速度图像送入卷积神经网络,使用训练集训练卷积神经网络,并使用该网络获取测试集的分类概率。

[0041] 各项异性扩散在图像处理领域主要用来平滑图像,克服高斯噪声,本文使用各项异性扩散增强图像的边缘信息。真实人脸为三维结构,经光线照射后会反生漫反射,轮廓周围光线变化大,图像扩散速度快。照片和视频为二维平面,经光线照射后会发生镜面反射,人脸轮廓周围光线变化小,扩散速递慢。扩散速度模型能够很好的评估这种差异,各向异性扩散公式:

$$[0042] \begin{cases} u^{k+1} = u^k + div(d(|\nabla u^k| |\nabla u^k)) \\ u(k=0) = I \end{cases}$$

[0043] I为原始图像,k表示迭代次数, $\nabla$ 为梯度算子,div为散度,控制扩散速率。

[0044] 本发明使用的卷积神经网络模型如图2所示,共有5个卷积层,2个全连接层,前两个卷积层和第一个全连接层还包含一个池化层。卷积神经网络能很好的提取扩散速度图像的特征。卷积神经网络对人脸图像的分类过程如图3所示,输入为扩散速度图像,输出为分类概率。

[0045] 本发明先对人脸图像进行各向异性扩散,将人脸图像各向异性扩散前后差值作为图像的扩散速度;然后使用训练集训练卷积神经网络,并使用该网络获取测试集的分类概率。

[0046] S3:提取人脸图像色彩特征,使用训练集训练SVM模型,并使用该模型获取测试集的分类概率;

[0047] 将人脸图像的色彩空间从红R、绿G、蓝B的RGB模式转换为色调H、饱和度S、明度V的HSV模式;计算HSV色彩空间人脸图像的均值、方差、偏度,同时计算人脸图像的方向梯度直

方图;将人脸图像的均值、方差、偏度,以及方向梯度直方图的最小值和最大值作为人脸图像的色彩特征。

[0048] 其中,RGB色彩模式是工业界的一种颜色标准,是通过对红(R)、绿(G)、蓝(B)三个颜色通道的变化以及它们相互之间的叠加来得到各式各样的颜色的,RGB即是代表红、绿、蓝三个通道的颜色。HSV是根据颜色的直观特性由A.R.Smith在1978年创建的一种颜色空间,也称六角锥体模型。这个模型中颜色的参数分别是:色调(H),饱和度(S),明度(V)。

[0049] S4:根据训练集在卷积神经网络和SVM模型中的输出概率训练权重网络,得到最优权重;

[0050] 具体包括使用误差反向传播算法训练权重网路,得到最优权重,权重网路训练过程如下:

[0051] 1) 随机初始化输出概率权重 $w_1$ 、 $w_2$ 以及网络节点的权重 $w_0$ 。

[0052] 2) 利用误差方向传播算法更新权重 $w_1$ 、 $w_2$ 。

[0053] 3) 固定 $w_1$ 、 $w_2$ ,利用误差反向传播算法更新 $w_0$ 。

[0054] 4) 迭代进行第2)和第3)步,直到损失函数收敛,得到最优权重。

[0055] S5:根据最优权重,将测试集在卷积神经网络和SVM中的分类结果做加权融合,得到最终检测结果。

[0056] 获取测试集在卷积神经网络和SVM模型中的分类概率,根据最优权重将两种概率值加权求和,某类别最终的概率值表达式:

$$[0057] \quad P = P_1 w_1 + P_2 w_2$$

[0058] 其中: $P_1$ 为卷积神经网络下该类别的概率; $w_1$ 为卷积神经网络下的最优权重; $P_2$ 为SVM模型下该类别的概率; $w_2$ 为SVM下的最优权重;取概率值最大的类别作为最终的检测结果。

[0059] 图4为本发明在测试集上面的ROC曲线图。错误接受的概率(False Acceptance Rate, FAR)和错误拒绝的概率(False Rejection Rate, FRR)的定义如下:

$$[0060] \quad FAR = \frac{FP}{FP+TN}$$

$$[0061] \quad FRR = \frac{FN}{TP+FN}$$

[0062] FP为假正例, TN为真反例, FN为假反例, TP为真正例。从图4可以看出本发明在测试集上错误拒绝的概率和错误接受的概率都达到了很低的水平,而且等错误率(Half Total Error Rate, HTER)的发生概率不超过0.05,这也说明了本发明能够准确的检测出虚假的人脸。等错误率的定义如下:

$$[0063] \quad HTER(D) = \frac{FAR(D) + FRR(D)}{2}$$

[0064] 其中, D为测试集,  $\tau$ 为测试时的阈值, FAR为错误接受概率, FRR为错误拒绝概率。

[0065] 本领域普通技术人员可以理解上述实施例的各种方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,该程序可以存储于一计算机可读存储介质中,存储介质可以包括:ROM、RAM、磁盘或光盘等。

[0066] 以上所举实施例,对本发明的目的、技术方案和优点进行了进一步的详细说明,所应理解的是,以上所举实施例仅为本发明的优选实施方式而已,并不用以限制本发明,凡在

本发明的精神和原则之内对本发明所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

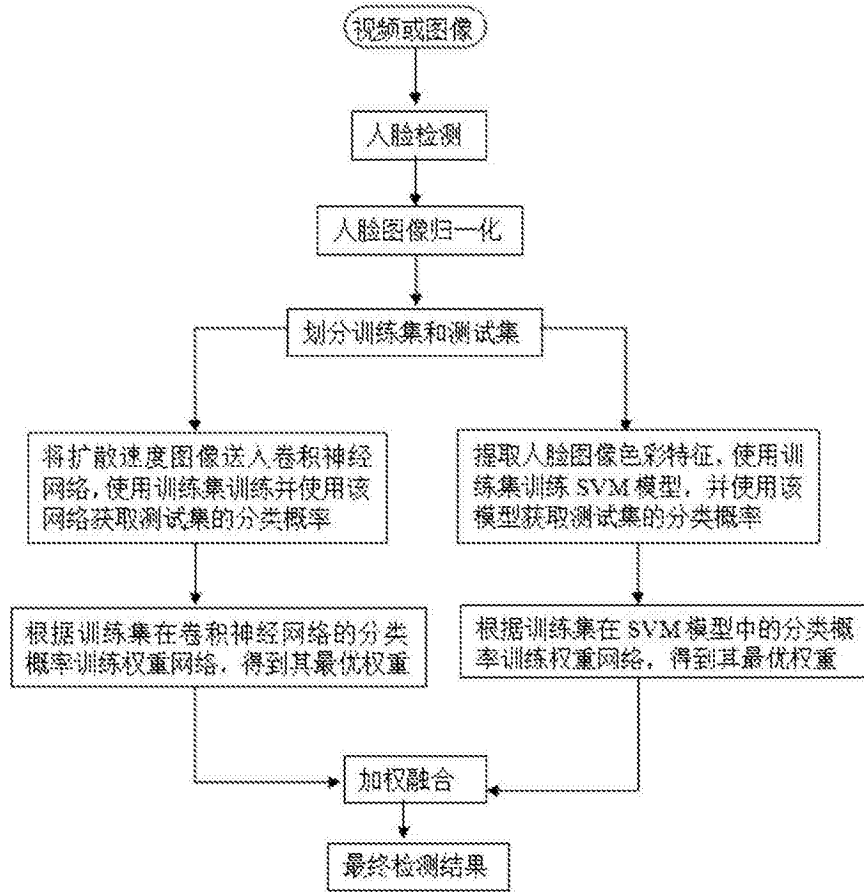


图1

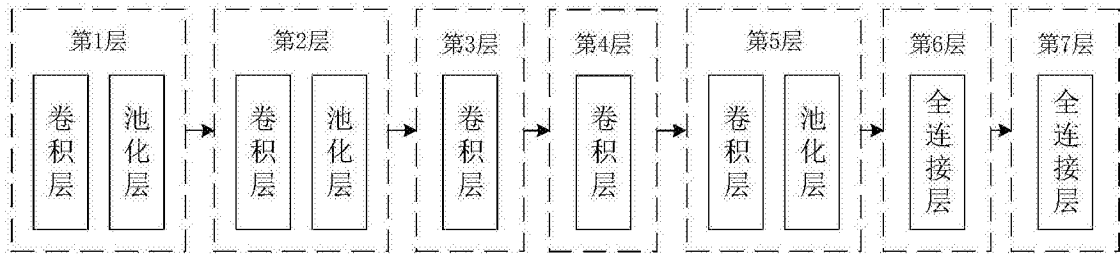


图2

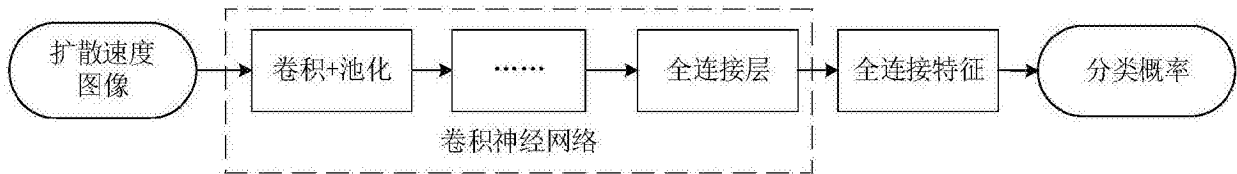


图3



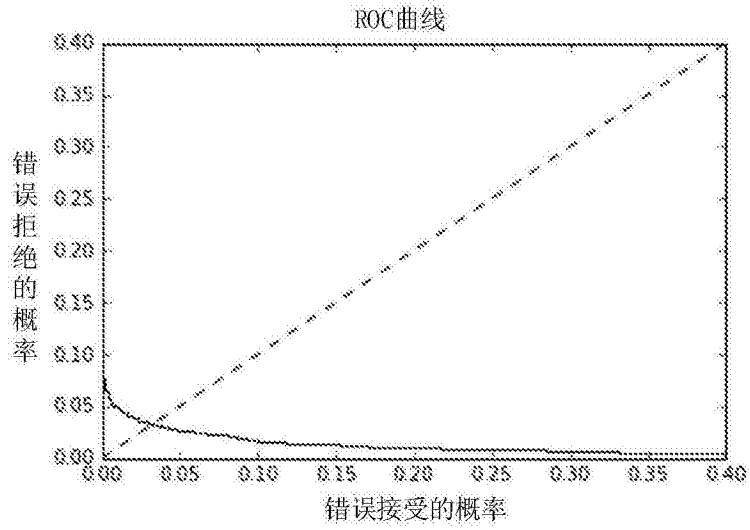


图4