

文章编号:1007-2780(2016)12-1156-05

基于 SIFT 算法的多表情人脸识别

刘 洋^{1*}, 韩广良², 史春蕾¹

(1. 长春师范大学 物理学院, 吉林 长春 130032;

2. 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所 图像处理技术研究部, 吉林 长春 130033)

摘要:目前人脸识别系统在识别表情变化的人脸图像时识别准确率会降低,多表情人脸识别在人脸识别领域仍是一个热门的研究方向。本文采用 SIFT 算法对多表情人脸进行识别,在多表情人脸库上进行了两类仿真实验:实验一中对比了同一个人的不同表情的识别效果,实验二中对比了两个不同的人的相同表情的识别效果,实验结果表明 SIFT 算法能够克服不同人脸间的整体相似性并能有效提取出人脸的局部细节特征。对 Jaffe 表情库进行仿真实验,取得了当阈值 $T=0.35$ 时对多表情人脸图像的正确识别率 95.69%,实验结果表明,将 SIFT 算法应用于多表情人脸识别有巨大的潜在科研价值。

关键词:人脸识别;多表情;SIFT 算子;局部细节特征

中图分类号:TP391.4 **文献标识码:**A **doi:**10.3788/YJYXS20163112.1156

Recognition of expression-variant faces based on SIFT method

LIU Yang^{1*}, HAN Guang-liang², SHI Chun-lei¹

(1. College of Physics, Changchun Normal University, Changchun 130032, China;

2. Department of Image Processing Technology, Changchun Institute of Optics,
Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: Prior research has shown that the performance of face recognition systems in variant expression condition degrades seriously compared with invariant expression condition. Face recognition with variant expression is a challenging problem. In this paper, SIFT method is proposed to research on face recognition with variant expression. Two experiments using SIFT method are performed on a variant expression face database. In experiment 1, two images of one person with different expression are compared. In experiment 2, two images of different persons with the same expression are compared. Experimental results show that SIFT method could overcome the whole comparability of

收稿日期:2016-11-07;修订日期:2016-12-06.

基金项目:吉林省教育厅“十二五”科学技术研究项目(No.2015359);长春师范大学实验教学改革研究项目

Supported by “Twelfth Five-Year” Science and Technology Research Project of the Education Department of Jilin Province (No. 2015359); Experiment teaching reformation research project of Changchun Normal University

* 通信联系人, E-mail:178388617@qq.com

different faces and extract the local detail features of face. Recognizing the variant expression face images in Jaffe library, we get the right recognition rate of 95.59% when threshold equals 0.35, the experiment demonstrates the huge potential of SIFT method in application to face recognition with variant expression.

Key words: face recognition; expression variant; SIFT method; local detail feature

1 引 言

人脸识别是当今一大热门的研究课题,在公共安全、执法监督、访问控制等领域有着广阔的市场应用需求^[1]。过去的几十年里国际上对人脸识别的研究取得了巨大突破和进展,现在自动人脸识别系统在用户的积极有效配合下识别效果良好,但当用户的光照、姿态、表情发生变化时识别系统的识别率则会大大降低。本文对同一个用户的多表情人脸识别进行了深入研究,仿真实验是在假定影响人脸识别的其它因素都良好只有表情发生变化环境下开展的。

目前多表情人脸识别方法主要可以分成几大类:三维模型法^[2-5]、动态序列图像法^[6]和基于特征脸的方法^[7]。朱冰莲等人^[8]将深度数据与面部刚性区域相融合进行三维人脸识别,以深度图作为整体特征采用二维主成分分析(2DPCA)算法进行匹配,以面部刚性区域作为局部特征采用改进的迭代最近点(ICP)算法进行匹配,该算法对表情变化有较好的鲁棒性,算法融合后显著提高了正确识别率,但三维模型法的缺点是算法复杂,计算量大;陈耀丹等人^[9]实现了一种基于卷积神经网络的人脸识别方法并申请了专利,该网络由 2 个卷积层、2 个池化层、1 个全连接层和 1 个 Softmax 回归层组成,它能自动提取人脸特征并进行分类。

近几年开始有研究人员将 SIFT 算法用于人脸识别^[10-11],基本上都是针对不存在光照、姿态及表情变化的人脸图像进行识别,本文提出了采用 SIFT 算子识别多表情人脸图像,并通过一系列仿真实验证明了 SIFT 算法可以有效识别多表情人脸图像。

2 SIFT 算子

SIFT 算子全称是尺度不变特征变换,是

David G. Lowe 在 2004 年提出的^[12],它对于图像的旋转、尺度变换、光照变化,甚至仿射变换都具有不变性,所以由 SIFT 算子提取出来的特征也具有这些性质,并且具有良好的鲁棒性。SIFT 算子主要是通过滤波处理来获取多尺度图像并从多尺度图像当中有效检测出大量稳定的特征点。

提取一幅图像的 SIFT 特征向量分 4 步完成,第一步是构建图像的高斯差分空间(DoG),并检测尺度空间的局部极大值和极小值,及其大概位置和所在尺度;第二步使用亚像素来精确定位极值点(即关键点)位置,并消除那些不稳定的极值点;第三步根据局部图像特征精确定位关键点方向,即采用其邻域内梯度方向综合分布特性描述。具体做法是在以关键点为中心的邻域窗口内采样,并建立直方图统计邻域像素的梯度方向,直方图的极值点所在方向就是每个关键点的方向,这些关键点的尺度、方向、位置保证了 SIFT 特征不受人脸整体相似性的影响。最后一步,根据关键点生成 SIFT 特征向量,特征向量是基于以关键点为中心的 8×8 窗口的梯度信息的。先使用高斯函数对梯度大小和方向进行滤波操作,然后对每个关键点采用 4×4 共 16 个种子点来描述并取 8 个方向信息,这样一个特征点的邻域内共有 16×8 共计 128 个信息,即 SIFT 特征向量是 128 维的。

对两幅人脸图像的 SIFT 特征进行匹配采用的是欧氏距离,即对于第一幅图像中的某个确定的关键点,在第二幅图像中找出与它欧氏距离最近和次近的两个关键点,如果最近的距离除以次近的距离小于设定的阈值 T ,则这一对匹配点正确。

3 多表情人脸图像的 SIFT 特征分析

3.1 SIFT 算子特点

SIFT 算子非常适用于多表情人脸识别,原

因如下:

(1) SIFT 特征对于图像旋转、尺度变换、光照变化、仿射变换具有不变性;

(2) SIFT 特征信息量丰富,并具有图像特有的独特性,适用于在大规模人脸图像数据库中进行快速匹配;

(3) 即使图像中的物体个数较少也能提取出大量的 SIFT 特征向量;

(4) SIFT 算子可以与其他算子联合使用,具有可扩展性。

(5) SIFT 算子完全满足实时识别系统的需求。

图 1 展示了采用 SIFT 算子提取人脸图像所得到的大量 SIFT 特征向量,箭头的方向和长度分别代表 SIFT 特征的方向和大小,从图中可以看出,大多数的 SIFT 特征集中在眼睛、鼻子和嘴巴附近,所以我们说 SIFT 算子可以有效用于人脸识别。

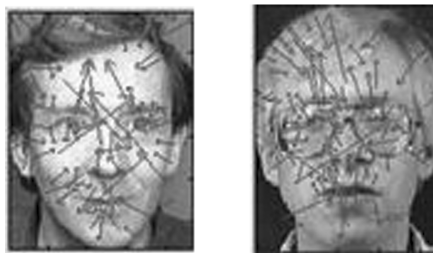


图 1 人脸图像的 SIFT 特征向量

Fig.1 SIFT feature for facial image

3.2 SIFT 算子提取多表情人脸特征及匹配

图 2 给出了采自 3 个人的两幅不同表情的图像在阈值 T 取值不同时的匹配结果。表 1 列出了不同阈值 T 下的准确匹配点数。



图 2 在阈值 $T=0.3, 0.5, 0.7$ 时的匹配结果

Fig.2 Matching results when $T = 0.3, 0.5, 0.7$

表 1 不同阈值下的准确匹配点数

Tab.1 Right number of matching points under different threshold

T	准确匹配点数		
0.3	26	16	12
0.4	31	24	15
0.5	33	27	22
0.6	38	32	27
0.7	38	35	32

上述实验表明阈值 T 越小,匹配越准确, T 值越大,匹配点数量越多。在使用 SIFT 算子进行人脸识别时遇到一个问题,不同人脸具有整体相似性,即人类具有相似的五官面部特征当然也会有相同的表情,所以采自不同的人的两幅人脸图像在进行 SIFT 匹配时也有匹配点,当然类间匹配的点数比类内匹配的点数要少很多,如图 3 所示,误匹配的点数分别是 4,6,9,而图 2 第一排同一个人的正确匹配点数分别为 26,33,38。



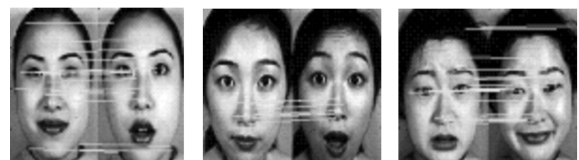
图 3 两幅采自不同人的人脸图像在 $T=0.3, 0.5, 0.7$ 时的匹配结果

Fig.3 Matching results under $T = 0.3, 0.5, 0.7$ for facial images from different persons



(a) 不同的人相同表情的 SIFT 特征匹配结果

(a) Matching results of SIFT feature for the same expression images from different persons



(b) 同一个人不同表情的 SIFT 特征匹配结果

(b) Matching results of SIFT feature for different expression images from the same person

图 4 两种情况下的 SIFT 特征匹配情况

Fig.4 Matching results for SIFT feature under different situation

图 4(a)给出了不同的人相同表情图像的 SIFT 特征匹配结果,图 4(b)给出了同一个人的不同表情的 SIFT 匹配结果,实验所使用的表情库是 Jaffe 表情库^[10]。

4 实验结果与分析

本文在 Jaffe 表情库上利用 SIFT 算子进行多表情人脸识别的仿真实验。该表情库采自 10 个日本女性每人 214 幅人脸图像,包括悲伤、惊讶、生气等表情。实验中选取每人一幅共 10 幅图像作为采集图像,其余 204 幅作为待匹配图像,实验时将匹配点数最多两幅图像视为同一个人。图 5 给出了部分正确匹配和误匹配的实验结果。



(a)正确匹配
(a)Right matching



(b)错误匹配
(b)Wrong matching

图 5 在 Jaffe 表情库上的部分匹配情况

Fig.5 Partial matching results under Jaffe library

表 2 列出了不同阈值 T 下的正确识别率,在 $T=0.35$ 取得了最高正确识别率 95.69%。实验结果表明使用 SIFT 特征进行多表情人脸识别是简单有效的。

表 2 JAFFE 表情库上的 SIFT 算法正确识别率

Tab. 2 Right recognition rate for SIFT method on Jaffe library

T	正确识别率/%
0.49	91.18
0.45	93.14
0.40	94.18
0.38	95.59
0.35	95.69

5 结 论

86513619 本文提出了将 SIFT 算子用于识别表情变化的人脸图像,并取得了在 Jaffe 表情库里取匹配阈值 $T=0.35$ 时正确识别率 95.69%的良好识别效果。使用 SIFT 算子的优点在于:它可以匹配不同分辨率的人脸图像,不需要对人脸图像进行复杂的规范化操作,不需要进行过程训练,计算和实验都简单易行。实验表明 SIFT 算子可以克服人脸间的整体相似性,并有效提取独特的面部特征,将 SIFT 算子应用于表情变化的人脸识别有实际的应用价值。对 SIFT 算子进行多算法融合改进来提高识别率是本文接下来的工作。

参 考 文 献:

- [1] 马小虎,谭延琪. 基于鉴别稀疏保持嵌入的人脸识别算法[J]. 自动化学报, 2014, 40(1): 73-82.
MA X H, TAN Y Q. Face recognition based on discriminant sparsity preserving embedding [J]. *Acta Automatica Sinica*, 2014, 40(1): 73-82. (in Chinese)
- [2] SHAO Y D, ZHENG N N, XIONG L, *et al.* Scaling iterative closest point algorithm for registration of m-D point sets [J]. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 2010, 21(5-6): 442-452.
- [3] XU C H, LI S T, TAN T N, *et al.* Automatic 3D face recognition from depth and intensity Gabor features [J]. *Pattern recognition*, 2009, 42(9): 1895-1905.
- [4] BORIS E, EMIL B, SHISHIR K S, *et al.* Profile-based 3D aided face recognition [J]. *Pattern recognition*, 2012, 45(1): 43-63.
- [5] TANG H L, YIN B C, SUN Y F, *et al.* 3D face recognition using local binary patterns [J]. *Signal Processing*, 2012, 93(8): 2190-2198.
- [6] 万川. 基于动态序列图像的人脸表情识别系统理论与方法研究[D]. 长春: 吉林大学, 2013.

- WAN C. On the facial expression recognition system based on dynamic sequence feature [D]. Changchun: Jilin University, 2013. (in Chinese)
- [7] 赵宏伟. 基于 PCA 针对表情变化的人脸识别技术研究[D]. 西安电子科技大学, 2009.
ZHAO H W. Face recognition in facial images with expression change using PCA [D]. Xidian University, 2009.
- [8] 朱冰莲, 王大为, 李明均, 等. 针对表情变化的三维人脸识别系统研究[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(2): 299-304.
ZHU B L, WANG D W, LI M J, *et al.* Study on 3D face recognition system against expression change [J]. *Chinese Journal of Scientific Instrument*, 2014, 35(2): 299-304. (in Chinese)
- [9] 陈耀丹, 王连明. 基于卷积神经网络的人脸识别方法[J]. 东北师大学报: 自然科学版, 2016, 48(2): 70-76.
CHEN Y D, WANG L M. Convolutional neural network for face recognition [J]. *Journal of Northeast Normal University*: Natural Science Edition, 2016, 48(2): 70-76. (in Chinese)
- [10] 周全, 魏昕, 陈建新, 等. 一种基于稠密 SIFT 特征对齐的稀疏表达人脸识别算法[J]. 电子与信息学报, 2015, 38(8): 1913-1919.
ZHOU Q, WEI X, CHEN J X, *et al.* Improved sparse representation algorithm for face recognition via dense SIFT feature alignment [J]. *Journal of Electronics & Information Technology*, 2015, 38(8): 1913-1919. (in Chinese)
- [11] 叶汉能, 姚茂群, 赵武锋. 基于 SIFT 和 Hough 变换的人脸识别[J]. 计算机工程, 2012, 38(14): 144-146.
YE H N, YAO M Q, ZHAO W F. Face recognition based on SIFT and Hough transform [J]. *Computer engineering*, 2012, 38(14): 144-146. (in Chinese)
- [12] LOWE D G. Distinctive image features from scale invariant keypoints [J]. *Journal of Computer Vision*, 2004, 60(2): 91-110.

作者简介: 刘洋(1994—), 女, 吉林长春人, 主要从事图像处理方面的研究。E-mail: 178388617@qq.com.