

文章编号: 2095-2163(2020)10-0177-03

中图分类号: TN919.81

文献标志码: A

直方图均衡化算法在表情图像灰度标准化中的应用研究

张大伟

(北海职业学院 电子信息工程系, 广西 北海 536000)

摘要: 人机交互中因环境不一、光线不均, 计算机采集到的人脸表情图像会出现亮度不均的现象, 这对图像表情的提取精度影响甚大。直方图均衡化是灰度变换中的一种算法, 其通过拓展图像的灰度值的范围, 增强图像的对比度, 将图像中的灰度均匀分布, 从而获得更好的表情分析区域。本文以采集的人脸图像为基础, 研究直方图均衡化算法在图像灰度标准化中的应用, 以提高表情图像提取的精度。

关键词: 人脸表情; 直方图均衡化; 灰度

Research on the Application of Histogram Equalization Algorithm in the Gray Standardization of Expression Images

ZHANG Dawei

(Telecom Department of Beihai Vocational College, Beihai Guangxi 536000, China)

[Abstract] Due to the different environment and uneven light in human-computer interaction, the face expression images collected by computer will have uneven brightness, which has a great impact on the accuracy of image expression extraction. Histogram equalization is an algorithm in grayscale transformation, which expands the range of the grayscale value of the image, enhances the contrast of the image, and evenly distributes the grayscale in the image, so as to obtain a better expression analysis area. In this paper, based on the collected face images, the application of histogram equalization algorithm in image gray standardization is studied to improve the accuracy of expression image extraction.

[Key words] Facial expression; Histogram equalization; Grayscale

0 引言

随着人工智能和深度学习的飞速发展, 人脸表情识别成为人机交互中的重要组成部分, 在科学研究、网络安全等领域有广泛的应用, 是计算机视觉研究的热点区域。人脸表情不仅可以传达人类情绪, 表征人们对一个客观事物的态度, 而且还能表现人类丰富情感信息。面部表情作为一种重要的信息传递方式, 包含了丰富的情绪信息和心理过程, 它不但是人际交往的手段, 也是人们非语言交流的一种有效方式, 据研究表明在信息交流的过程中, 人脸能够传递信息量多达总信息量的一半以上, 因此通过探究表情特征进而分析或获取其表征的含义是非常有意义的。

1 表情识别

表情识别是指利用计算机技术检测人脸静态图像或动态视频序列, 分析其中的表情状态, 从而获得对象承载的信息的过程。面部表情是人体语言的一部分, 是一种生理及心理的反应, 通常用于传递情感, 其是面部肌肉的一个或多个动作或状态的结果。

面部表情识别技术主要的应用领域包括人机交互、智能控制、安全、医疗、通信等领域, 是非语言交互的一种形式, 也是人工智能和计算机视觉领域的研究热点。

2 图像的灰度变换

受光线影响采集到的人脸图像明度不一, 质量不齐, 为了获得高质量的识别结果, 经常需要对采集到的图像进行预处理, 而灰度变换是图像的预处理环节之一。灰度变换是图像处理技术中的一种基础、直接的空间域图像处理方法, 通过增强图像对比度, 达到改善图像的质量的目的, 从而获得更利于后续处理的结果。图像灰度变换包括线性变换、对数变换和 Gamma 变换 3 种, 其中对数变换和 Gamma 变换又称为非线性变换。

(1) 线性变换。一种通过建立灰度映射来调整预处理图像的灰度, 从而达到图像增强的目的。假定原图像 $f(x, y)$ 的灰度范围为 $[a, b]$, 期望变换后图像 $g(x, y)$ 的灰度范围为 $[c, d]$, 则线性变换的表达式(1)为:

基金项目: 2020 年度职业教育信息化建设研究课题 (XXHJS20-0045)。

作者简介: 张大伟 (1981-), 男, 学士, 副教授, 主要研究方向: 机器学习。

收稿日期: 2020-08-17

$$g(x, y) = \frac{d-c}{b-a} [f(x, y) - a] + c. \quad (1)$$

无论是曝光度不足亦或是曝光过度,图像灰度范围可能非常局限。这时呈现在显示设备上将是一个明度不足、没有灰度层次的图像。通过线性变换,对图像内的每一个像素做线性扩展,可以有效扩展灰度层次,改善图像视觉效果。

(2)对数变换。部分图像灰度值过低,若要对这部分灰度值进行拓展,对数变换是一个不错的选择。其主要用于压缩图像中高灰度值部分,增强图像中的低灰度细节。变换方法是:假定 c 为调节参数, $f(x, y)$ 为点 (x, y) 的灰度值,则对数变换的表达式(2)为:

$$g(x, y) = c \log [f(x, y) + 1]. \quad (2)$$

对于不同的底数,其对应的变换曲线如图1所示。

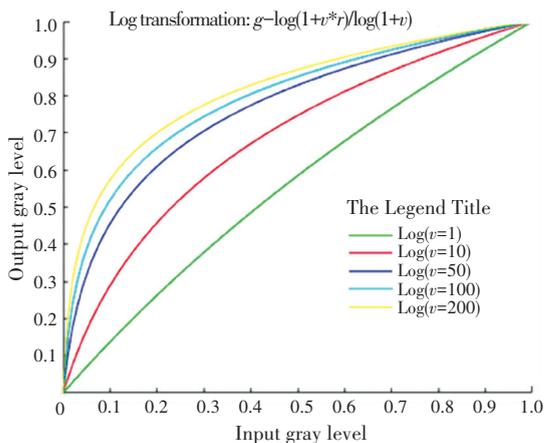


图1 对数变换

Fig. 1 Logarithmic transformation

(3) Gamma 变换。Gamma 变换的函数表达式(3)为:

$$g = cf^\gamma. \quad (3)$$

其中, c 和 γ 为正常数; f 为原始图像的灰度或亮度; g 是变换后的灰度。Gamma 变换多用在图像整体明度偏低的场合,其用于扩展灰度级,其调整的是整体灰度值,如图2所示。

3 直方图均衡化算法

直方图均衡化算法只需要少量的数学运算即可实现增强图像对比度,很适合实时的对比度增强应用^[1]。直方图均衡化算法实际上是对图像中的灰度值进行操作的算法,通过一定的方式进行灰度变换,使目标图像中的灰度均匀分布,这一过程中图像中的灰度值的动态范围被扩展了,图像的整体对比度增强,最终图像的质量被改善。直方图均衡是一

种简单且有效的图像增强技术,它以概率论为基础,运用灰度点运算来实现直方图变换^[2]。直方图均衡化算法是将非均匀的概率密度函数 $P_r(r)$ 经过变换函数 $T(r)$ 转换为均匀概率分布 $P_s(s)$ 的情况^[3]。 $s = T(r)$ 是经过 $T(r)$ 转换后的灰度值,假设满足以下4个条件:

- (1) 当 $0 \leq r \leq 1$ 时, $s = T(r)$ 是单调递增函数;
- (2) s 和 r 是一一对应的;
- (3) 当 $0 \leq r \leq 1$ 时, 存在 $0 \leq s = T(r) \leq 1$;
- (4) 反变换 $r = T^{-1}(s)$ 一定存在。

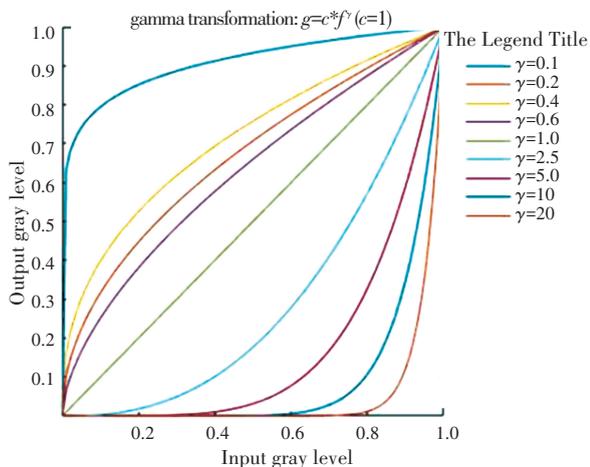


图2 Gamma 变换

Fig. 2 Gamma transformation

在连续的情况下,由概率分布可知: $P_s(s) = P_r(r) \frac{dr}{ds} |_{r=T^{-1}(s)}$, 当直方图均衡并归一化后有 $P_s(s) = 1$, 即: $ds = P_r(r) \cdot dr = dT(r)$, 两边取积分可得: $s = T(r) = \int_0^r P_r(w) dw$ 。由此可见,上式所求得的变换函数具有递增并且非负的特性,是原图像的累积分布函数。在离散情况下,用于图像直方图均衡化的变换函数(4)为:

$$s_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^k P_r(r_j) = \sum_{j=0}^k n_j / N. \quad (4)$$

其逆变换函数为

$$r_k = T^{-1}(s_k).$$

其中, $r_k \in [0, 1]$, $s_k \in [0, 1]$, $k = 0, 1, \dots, L-1$ 。

将 s_k 按要求根据良好的间隔归入各自的量化等级,即式(5):

$$t_k = INT(s_k(L-1)). \quad (5)$$

直方图均衡化算法实现:

(1)分析原始图像的灰度级 r_k , $k = 0, 1, \dots, L-1$, 其中 L 表示灰度级的像素数目;

(2) 通过计算获得不同灰度级下的像素个数

n_k ;

(3) 分析图像中各个灰度级出现的频率

$$P_r(r_k) = \frac{n_k}{N}, N \text{ 是图像总像素数量};$$

(4) 代入公式(4)计算原始图像的累积直方图

s_k ;

(5) 代入公式(5)获得新的量化等级 t_k ;

(6) 通过计算确定变换前后图像的映射关系 $s_k \rightarrow t_k$, 以及映射后的图像中各灰度级像素的数量 n_k' ;

(7) 计算映射后图像灰度分布 $P_r(t_k) = \frac{n_k'}{N}$;

(8) 利用映射关系处理原图像的灰度级, 至得到近似为灰度平均分布的图像, 将其输出。

4 灰度标准化

灰度标准化也称为灰度归一化, 其流程由读入图像、计算灰度分布、求灰度分布密度、求灰度累积分布、灰度级变换和灰度值更新等组成, 如图 3 所示。



图 3 灰度归一化流程

Fig. 3 Gray normalization process

从头像采集库中选取一张图片用于测试, 在 MATLAB 中编码读入图像, 并按照灰度标准化的流程对其进行直方图均衡变换, 以观察变换前后的对比情况, 经过灰度标准化处理后的图像效果如图 4 和图 5 所示。

从图 4 和图 5 对比中可看到, 图像中像素个数多的灰度级被拓宽, 而像素个数少的灰度级则被缩减, 均衡变换后的直方图趋势更平缓, 这对实际中对于偏亮或偏暗的图像效果尤其明显。可以通过软件

控制实现对人脸表情库中偏暗或偏亮的图片的自动调整, 以提高图像的信息表达力, 这对人机交互的识别率的提高有莫大的帮助。

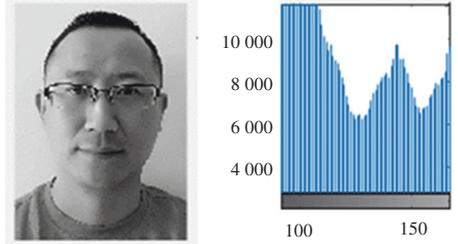


图 4 原图灰度图像和直方图

Fig. 4 Original image and histogram

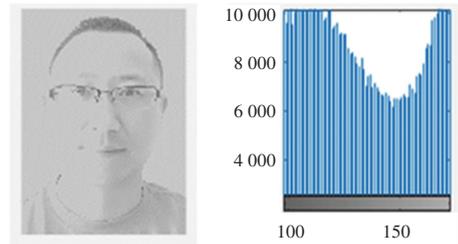


图 5 均衡变换后的灰度图像

Fig. 5 Grayscale image and histogram

5 结束语

本文从直方图均衡化角度设计了一种对人脸表情图片进行灰度变换的图像预处理方法, 经过人脸检测获得的表情图片经过上述直方图均衡化处理后, 图像的灰度近似为均匀后, 这样在后续的表情提取时可以获得更好的处理区域, 从而获得更好的处理结果, 得到精确的承载信息, 为后续进行的表情分析和处理奠定基础。

参考文献

- [1] 简丽琼. 基于二维直方图均衡化的图像增强算法[J]. 信息与电脑(理论版), 2015(22): 49-54.
- [2] 曹叶, 戎蒙恬. 基于直方图均衡的图像增强及其 FPGA 实现[J]. 电子设计应用, 2009(6): 86-88, 92.
- [3] 王文成. 计算机人脸表情自动识别[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2018.

(上接第 176 页)

- [2] TAO D, LI X, HU W, et al. Supervised Tensor Learning[C]// IEEE International Conference on Data Mining. Houston, TX, 2005: 8.
- [3] 邢笛, 葛洪伟, 李志伟. 模糊支持张量机图像分类算法及其应用[J]. 计算机应用, 2012, 32(8): 2227-2229, 2234.
- [4] 隋延林. 基于张量的多光谱图像云检测与在轨实时处理研究

[D]. 中国科学院大学, 2019.

- [5] 俞炯, 刘功申. 基于支持张量机的文本分类研究[J]. 信息技术, 2016(9): 10-13, 21.
- [6] 徐盼盼. 基于支持张量机算法和 3D 脑白质图像的阿尔兹海默症诊断[J]. 中山大学学报, 2018, 2(57): 52-60.