

基于细节的背光图像检测

钟小芸, 许少秋, 戴知圣

(广东工业大学 信息工程学院, 广东 广州 510006)

摘要: 针对传统的背光图像检测算法低准确率的问题, 提出一种基于细节的背光图像检测算法. 通过分析图像在不同 Gamma 取值下细节数目的变化规律来确定输入图像是否是背光图像. 实验结果显示, 该方法相对于传统的亮度直方图分析方法以及 YCrCb 直方图分析方法具有更高准确率.

关键词: 背光检测; 图像细节; Gamma 校正

中图分类号: TP317.4

文献标志码: A

文章编号: 1007-7162(2016)06-0072-05

Detail based Backlight Image Detection

Zhong Xiao-yun, Xu Shao-qiu, Dai Zhi-sheng

(School of Information Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: The previous backlight image detection algorithms such as intensity histogram-based method and the YCrCb histogram-based method are low in accuracy rate. A backlight image detection algorithm based on details is presented. The change of the number of details under various Gamma correction is analyzed for the determination of backlight images. The experimental results show that the proposed method outperforms the intensity histogram-based method and the YCrCb histogram-based method.

Key words: backlight detection; image details; Gamma correction

随着信息技术、多媒体技术、网络技术的飞速发展, 消费者对照片质量要求越来越高. 现在大多数智能手机有很多自动调节的功能, 比如, 自动曝光^[1]、自动聚焦^[2]和自动白平衡^[3]. 虽然这些功能能让消费者在各种拍摄条件下轻松拍出高质量的照片, 但是在某些特定的情况下, 背光照片仍不可避免地会出现, 所以很有必要检测图像是否背光.

根据采用的不同方法^[4-8], 背光检测方法可分为基于亮度直方图的检测方法和基于颜色直方图的检测方法. 基于亮度直方图的检测方法^[4-7]通过检测图像的亮度分布是否存在明暗两个明显分隔的区域来判断图像是否背光, 由于其低复杂度特性成为最常用的背光图像检测方法, 但有时正常光照图像的亮度直方图特征也具有背光图像的亮度直方图特征, 从而造成误检测. 基于颜色直方图的检测方法^[8]通过分析图像的颜色分布的集中程度来判断图像是否背光, 由于颜色含丰富信息且便于提取, 这种检测方法也有较高的竞争力. 但是, 该方法无法正确检测出

图像颜色种类比较少的正常光照图像或颜色种类比较丰富的背光图像.

提出一种基于细节的背光图像检测算法. 通过分析 Gamma 校正^[9]不同参数下图像细节的变化规律, 依据实验确定出背光图像检测的细节变化阈值. 结果显示本文方法相对于基于传统的亮度直方图的检测方法以及基于 YCrCb 颜色直方图的检测方法具有更高准确率.

1 背光图像检测

1.1 背光图像分析

当光源位于图像感兴趣区域的后方时, 由于图像中的感兴趣区域曝光不足, 将导致背光图像的产生. 由于背光图像的感兴趣区域曝光不足, 所以背光图像具有以下几个明显的特征: 前景区域即感兴趣区域和背景区域之间的亮度差异很大; 背光图像的颜色分布比较集中; 背光图像的前景区域内容不清晰^[10].

图 1 (a) 左图是光照正常图像,其他是背光图像;(b) 是图像对应的亮度直方图;(c) 是图像的 Cb、Cr 直方图;从图 1 (a) 可以看出,正常光照的图像细节清晰,边缘清楚,而背光图像前景灰暗,细节显示模糊. 图 1 (a) 左图正常光照图像的 Cb、Cr 值比较集中,如使用依据颜色 (YCbCr) 直方图背光检测

方法^[8]会误判为背光图像;而第 2 张背光图像的 Cb、Cr 比较分散,如使用依据颜色 (YCbCr) 直方图背光检测方法^[5]则会误判为正常光照图像;第 3 张背光图像的亮度直方图不存在明暗两个明显分隔的区域,用依据亮度直方图的背光检测方法^[6]则会误判为正常光照图像.

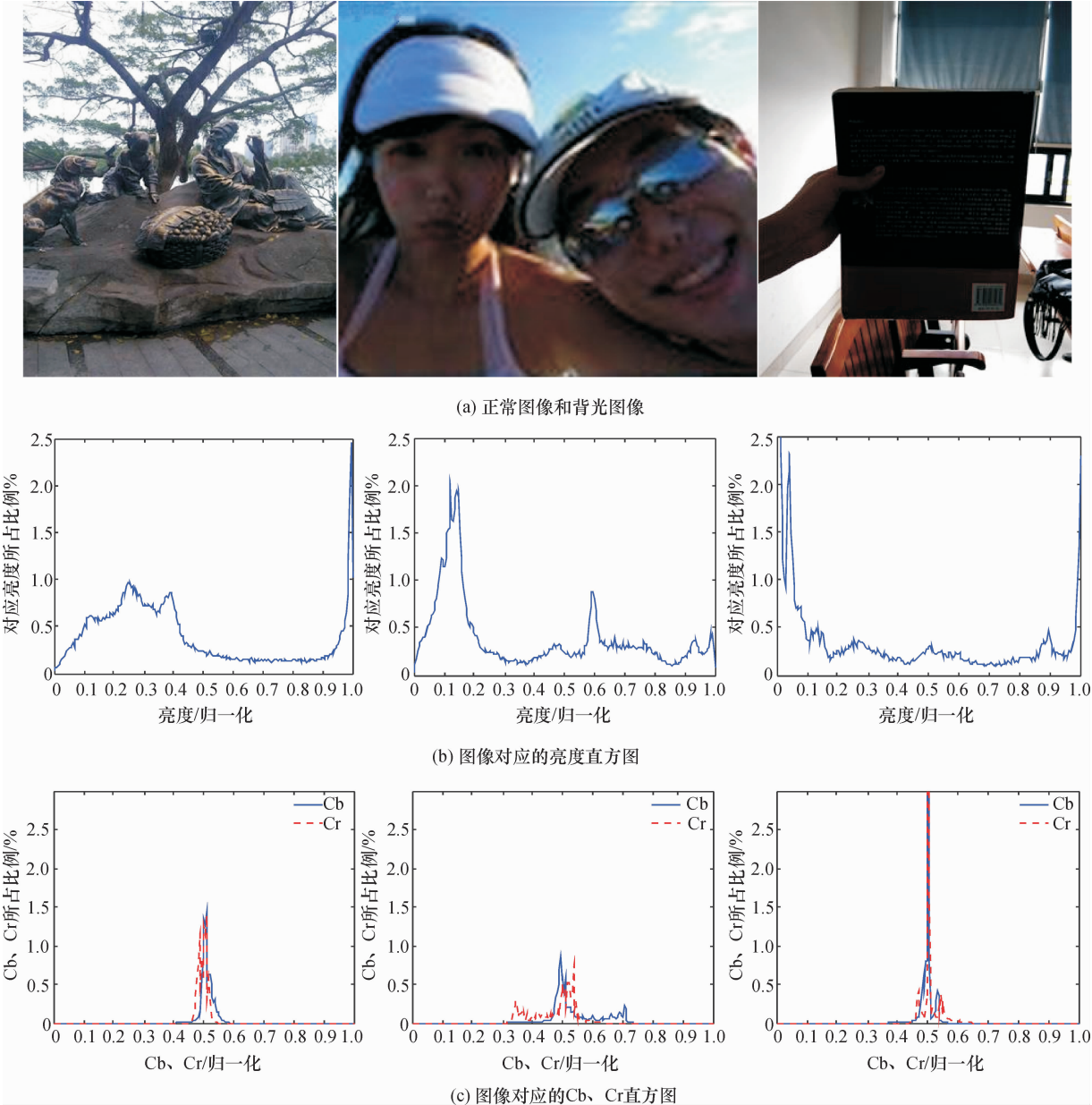


图 1 正常图像和背光图像对应的亮度直方图及 Cb/Cr 直方图

Fig. 1 Normal illumination images and backlight images and corresponding luminance histograms and Cb/Cr histograms

1.2 Gamma 校正

背光图像由于前景亮度较低而导致前景的可见细节少,因此可以提高背光图像的亮度增加图像的可见细节. Gamma 校正可用于调整图像的亮度,它具有简单且容易实现的优点. Gamma 校正公式^[11]为

$$g = I^\gamma, \tag{1}$$

其中 I 是原亮度 (范围 $0 \sim 1$)^[13], γ 是校正参数,可设置不同的 γ 值调整图像的显示效果. 图 2 是不同的 γ 值对应的 Gamma 曲线. 当 Gamma 值等于 1 的时候,校正前后图像的亮度相同;当 γ 值小于 1 时,原图像的高光部分被压缩而暗调部分被扩展;当 γ

值大于1时,原图像的高光部分被扩展而暗调部分被压缩.

图3是图像采用不同 γ 值前后对比效果.图3(a)和(b)分别是背光图像与正常光照图像当 γ 值分别为1、0.5和1.5的校正结果(其中 γ 值为1即是原图像).从图3(a)可看出,当原图存在背光,降低 γ 值可补偿暗区的亮度,从而改善显示效果,图

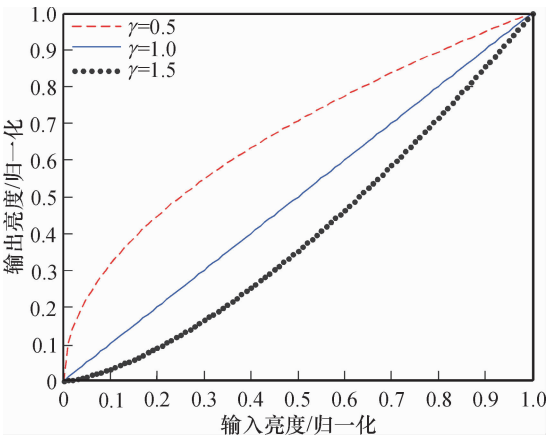
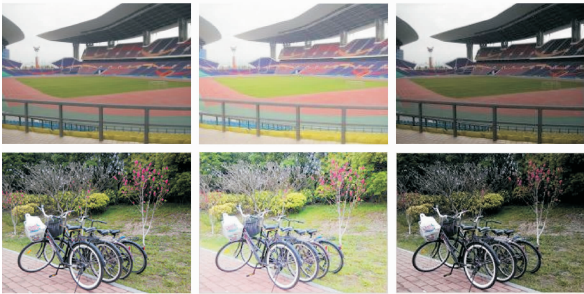


图2 不同 γ 值对应的Gamma曲线

Fig.2 Different Gamma curves corresponding to different γ values



(a) 背光图像Gamma校正前后效果对比($\gamma=1.0,0.5,1.5$)



(b) 正常光照图像Gamma校正前后效果对比($\gamma=1.0,0.5,1.5$)

图3 Gamma校正前后效果对比

Fig.3 Gamma correction: images before and after it
像可见细节也随之增加.而从图3(b)可看出,当正常光照图像的 γ 值变化时,图像可见细节变化不明显.

1.3 图像细节分析

图像的细节通常是指图像中颜色的变化情况,包含了图像的孤立点、细线、画面突变等.本文通过下面过程检测图像的细节.

假设一幅RGB彩色图像,Jacobian矩阵 J 可表示为

$$J = \begin{bmatrix} R_x & R_y \\ G_x & G_y \\ B_x & B_y \end{bmatrix}, \tag{2}$$

其中 x 和 y 表示颜色通道在 x 和 y 方向的偏微分.令矩阵 $Q=J^T J$,即

$$Q = J^T J = \begin{bmatrix} J_x & J_y \\ J_{xy} & J_y \end{bmatrix}. \tag{3}$$

像素点的颜色变化幅度 λ 可定义为

$$\lambda = \frac{J_x + J_y + \sqrt{(J_x - J_y)^2 + 4J_{xy}^2}}{2}. \tag{4}$$

对应的颜色变化方向 θ 则为

$$\theta = \frac{1}{2} \arctan\left(\frac{2J_{xy}}{J_x - J_y}\right). \tag{5}$$

当颜色变化幅度大于预设的阈值,则认为像素点存在颜色变化,可检测到细节.为了滤除干扰,本文通过采用非极大值抑制算法^[12]来确定细节数目.

由于背光图像的明显特征是前景部分比较暗,背景部分比较亮,本文使用Liao等人提出的多级阈值算法^[14]找到两个阈值 Th_0 和 Th_1 ,所以背光图像可以根据阈值 Th_0 分为前景部分和背景部分,图像中 $I < Th_0$ 的部分则为前景,否则为背景.

本文通过分析图像Gamma校正前后前景细节的变化来判断图像是否是背光图像.前后细节变化可定义为

$$\Delta D = \frac{D' - D}{D}, \tag{6}$$

其中, D 和 D' 为图像Gamma校正前后的细节数目.当 $\Delta D=0$,表示前后图像细节数量没有变化;当 $\Delta D > 0$,表示校正后图像细节增多;当 $\Delta D < 0$,表示校正后图像细节减少.

图4给出了正常光照图像(500张)和背光图像(500张)在Gamma校正前后细节变化情况的例子.可以看出,通过Gamma变换后($\gamma=0.5$)背光图像的可见细节数量明显比变换前增多,而正常光照图像通过Gamma变换($\gamma=0.5$)的可见细节数量变化不大.因此,可根据Gamma变换前后的可见细节数目变化大小来判断输入图像是否是背光图像.

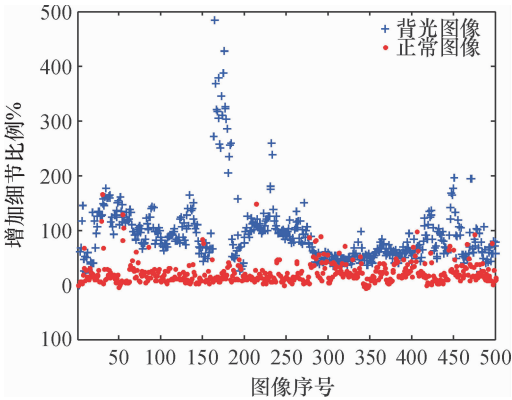


图4 500张背光图像和500张正常图像Gamma($\gamma=0.5$)变化后细节增加情况

Fig.4 Details increased after Gamma correction

1.4 实验结果及分析

1.4.1 确定Gamma校正参数

为了选取合适的 γ 值用来分析图像Gamma变换前后细节的变化,本文计算了500张背光图像和500张正常光照图像在设置不同的 γ 值时对应的平均细节变化,结果如图5所示.可以看出,当 γ 值很小接近0时,图像校正后会出现曝光过度而引起细节数量减少.针对背光图像来说,当 $0.08 \leq \gamma \leq 1.22$ 时校正后的细节增加,而且 γ 值为0.22时细节的增幅达到最大,当 $\gamma \geq 1.22$ 时背光图像校正后的细节减少;而针对正常光照图像来说,当 $\gamma \geq 0.23$ 时,校正前后的细节数量变化不大.因此,可以选取0.23作为执行Gamma变换时的参数,然后计算变换前后的前景细节变化.

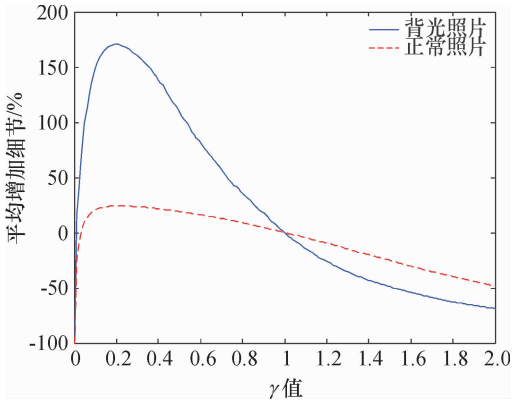


图5 背光图像和正常光照图像在不同Gamma校正参数时的平均细节变化

Fig.5 Backlight iamges and normal images average detail change under different Gamma correction parameters

1.4.2 确定细节变化阈值

由于不同图像相同Gamma值变换后细节数目变化不是恒定的,因此需要确定一个合适的细节变

化量 ΔD 来判断图像是否存在背光.图6给出了500张背光图像和500张正常光照图像选取不同细节变化量 ΔD 时的背光图像检测准确率统计曲线.可以看出,当细节变化量 ΔD 为63%时,检测的准确率最高.因此,本文选择63%作为Gamma校正前后细节的变化阈值,当 $\Delta D \geq 63\%$ 时则认为输入图像是背光图像,否则为正常光照图像.

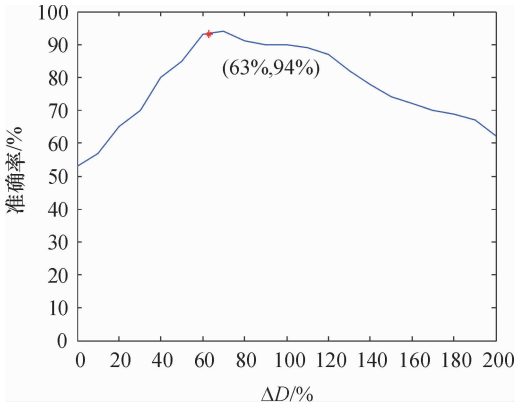


图6 准确率统计图($\gamma=0.23$)

Fig.6 Accurate statistical figure ($\gamma=0.23$)

1.4.3 算法比较

测试图像由600张背光图像和600张正常光照的图像组成,这些图像由日常生活中手机拍摄的照片和网络上搜索的及其他背光图像检测论文的图像组成.算法都是在Matlab平台实现.表1提供了3种背光图像检测算法的准确率以及运算时间.可以看出,本文提出的基于细节分析的背光图像检测算法的准确率为94%,高于基于亮度直方图的背光图像检测算法和基于YCbCr的颜色背光检测算法(分别为84%和85.5%);而所需的平均运行时间为0.98s,略大于基于YCbCr的颜色背光检测算法(0.95s).

表1 3种背光图像检测算法准确率比较

Tab.1 Accuracy rate of different backlight image detection algorithms

检测方法	检测准确率/%	运行时间/s
亮度直方图法 ^[3]	84.0	0.83
YCbCr颜色检测法 ^[5]	85.5	0.95
本文方法	94.0	0.98

2 结 论

本文提出一种基于细节的背光图像检测算法.通过分析图像在不同Gamma校正参数下细节数目的变化规律来确定输入图像是否是背光图像.实验

结果显示本文方法准确率(94%)高于基于亮度直方图的检测方法(84%)和基于 YCrCb 直方图的检测方法(85.5%),平均运行计算时间 0.98 s,略大于基于 YCbCr 的颜色背光检测算法(0.95 s)。

参考文献:

- [1] 杨海涛,常义林,王静,等. 一种基于亮度直方图的自动曝光控制方法[J]. 光学学报, 2007, 27(5):841-847. DOI:10.3321/j.issn:0253-2239.2007.05.016.
YANG H T, CHAN Y L, WANG J, et al. A new automatic exposure algorithm for video cameras using luminance histogram[J]. Acta Optica Sinica, 2007, 27(5): 841-847. DOI: 10.3321/j.issn: 0253-2239. 2007. 05. 016.
- [2] 尤玉虎,刘通,刘佳文. 基于图像处理的自动对焦技术综述[J]. 激光与红外, 2013, 43(2):132-136. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5078.2013.02.003.
YOU Y H, LIU T, LIU J W. Survey of the auto-focus methods based on image processing[J]. Laser & Infrared, 2013, 43(2): 132-136. DOI: 10.3969/j. Issn. 1001-5078. 2013. 02. 003.
- [3] 周荣政,何捷,洪志良. 自适应的数码相机自动白平衡算法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2005, 17(3): 529-533. DOI: 10.3321/j.issn:1003-9775. 2005. 03. 025.
ZHOU R Z, HE J, HONG Z L. Adaptive algorithm of auto white balance for digital camera[J]. Journal of Computer-aided Design and Computer Graphics, 2005, 17(3): 529-533. DOI: 10.3321/j.issn: 1003-9775. 2005. 03. 025.
- [4] SHIMIZU S, KONDO T, KOHASHI T, et al. A new algorithm for exposure control based on fuzzy logic for video cameras[J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 1992, 38(3): 617-623.
- [5] MURAKAMI M, HONDA N. A Study on Noise Tolerance of the IDS Method in Regression[C]//UNT Theses and Dissertations, [S. l.]: IEEE m, 1989: 2164-2170.
- [6] CHIUNLI C, CHINTENG L. Detection and compensation algorithm for backlight images with fuzzy logic and adaptive compensation curve[J]. International Journal of Pattern Recognition & Artificial Intelligence, 2011, 19(8): 1041-1057.
- [7] SU M C, YANG Y S, LEE J, et al. A Neuro-Fuzzy Approach for Compensating Color Backlight Images[J]. Neural Processing Letters, 2006, 23(3): 273-287.
- [8] PARK H J, HAN S W. Detection of backlight images using chrominance[J]. Color Imaging XVII: Displaying, Processing, Hardcopy, and Applications, 2012, 8292: 172-179.
- [9] 储清翠,王华彬,陶亮. 图像的局部自适应 Gamma 校正[J]. 计算机工程与应用, 2015, 51(7):189-193.
CHU Q C, WANG H B, TAO L. Local adaptive Gamma correction method[J]. CEA, 2015, 51(7): 189-193.
- [10] 王慧博. 图像与视频背光补偿技术研究[D]. 西安:西安电子科技大学通信工程学院, 2009.
- [11] 冈萨雷斯. 数字图像处理学[M]. 阮秋琦,译. 北京:电子工业出版社,2007.
- [12] Forsyth D, Ponce J, Forsyth D, et al. Computer Vision: A Modern Approach Prentice Hall [M]. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002.
- [13] 蔡建新,汪仁煌,黄颖怡,等. 亮度归一化在图像处理中的应用[J]. 广东工业大学学报, 2008,25(4): 65-68.
CAI J X, WANG R H, HUANG Y Y, et al. Application of brightness normalization in image processing[J]. Journal of Guangdong University of Technology, 2008, 25(4): 65-68.
- [14] LIAO P S, CHEN T S, CHUNG P C. A fast algorithm for multilevel thresholding[J]. Journal of Information Science & Engineering, 2001, 17(5): 713-727.

(上接第 61 页)

- [13] 胡舒阳. 直流微网中双向 DC/DC 变换器的研究[D]. 扬州:扬州大学能源与动力工程学院, 2013.
- [14] 宋修奎,唐雄民,章云,等. 一种适合于单相电压型逆变电源的并联控制方案研究[J]. 广东工业大学学报, 2015(2):79-85.
SONG X K, TANG X M, ZHANG Y, et al. A method of parallel control for single-phase voltage source inverters [J]. Journal of Guangdong University of Technology, 2015 (2): 79-85.
- [15] 肖汉,曾岳南,唐雄民. 基于旋转坐标变换的单相电压型 PWM 整流器系统仿真[J]. 通信电源技术,2009,26(5):43-46.

- XIAO H, ZENG Y N, TANG X M. Simulation of single-phase PWM VSR with synchronous reference rotating frame [J]. Telecom Power Technology,2009,26(5): 43-46.
- [16] MIRANDA U A, AREDES M, ROLIM L G B. A DQ synchronous reference frame current control for single phase converters[C]//Power Electronics Specialists Conference, PESC'05. Recife: IEEE, 2005: 1377-1381.
- [17] 胡运飞,廖承林,王丽芳. 混合动力汽车用 MH/Ni 电池的建模[J]. 电池,2008, 38(4):236-238.
HU Y F, LIAO C L, WANG L F. Modeling of MH/Ni battery for hybrid electric vehicle[J]. Battery Bimonthly, 2008, 38(4): 236-238.