

基于阴影不一致的简易人像篡改鉴别

王焕文¹ 徐晓刚¹ 徐冠雷² 王孝通¹

(海军大连舰艇学院航海系 大连 116018)¹ (海军大连舰艇学院军事海洋系 大连 116018)²

摘 要 通过对图像阴影二值化后的分析,提出一种基于阴影不一致的简易人像篡改鉴别算法。该算法先手工选取鼻翼区和下巴区的图像,经过 Ostu 法二值化处理后统计分析阴影面积,对比鼻翼区和下巴区阴影的一致性来判断图像是否经过篡改。大量实验结果表明,该方法简单易行、精确度高、可靠性强,在图像盲取证中具有一定的实用价值。

关键词 阴影,二值化,盲取证

中图法分类号 TP391 文献标识码 A

Simple Tampered Portrait Identification Algorithm Based on Inconsistent Shadow

WANG Huan-wen¹ XU Xiao-gang¹ XU Guan-Lei² WANG Xiao-Tong¹

(Department of Navigation, Dalian Naval Academy, Dalian 116018, China)¹

(Department of Military Oceanography, Dalian Naval Academy, Dalian 116018, China)²

Abstract A simple tampered portrait identification algorithm based on inconsistent shadow was proposed by analyzing of binarization of the image shadow. The algorithm determines whether the image is tampered by first manually selecting the local image of the nose area and chin area, then statistically analyzing shaded area after Ostu binarization process, and finally comparing the shadow consistency between the nose area and chin area. A lot of experimental results show that the method has simplicity, high accuracy, strong reliability and has some practical value in image forensics.

Keywords Shadow, Binarization, Blind forensics

1 概述

自 1975 年世界第一台数码相机发明之后,数字化图像逐渐进入普通人的生活,越来越多的人开始用数码相机记录他们的精彩瞬间。随着图像处理技术的发展,人们更乐意选用处理过后的图像进行分享,使图像变得更具视觉冲击。然而,正是这种简单易行的处理技术,致使图像伪造技术的盛行,越来越多的不法分子利用人们对照片的信任,用先进的图像处理技术来掩盖事实真相^[1],进而影响执法,甚至对媒体、电子商务、国家安全产生危害。

图 1(a)是由两幅图像合成的人物图像^[2],在经过多尺度融合的篡改后,丝毫看不出该图像篡改的痕迹,图 1(b)和图 1(c)则是合成图 1(a)的源图像。



图 1 多尺度无缝融合篡改图像及源图像

图像盲取证技术的出现,很大程度上挽回了人们对数码

照片的信任。图像篡改技术大多会改变图像的一些统计特性和几何性质^[3],而目前流行的盲取证手段^[4],正是通过分析和检测图像的某类特性有没有破损来判断图像是否经过篡改。

以目前的图像处理技术,图像处理软件很难还原出现实场景中的照明效果,且一些拙劣的篡改者极易忽视这一漏洞。因此,如果一幅图像没有被篡改,那么这幅图像上的每一处光源和影子应该是一致的^[5],否则,即可证明待测图像为篡改图像。

操晓春介绍了一种可以合成到同一视图中的逼真阴影效果^[6],使得在合成图像中的阴影有一致的几何约束。张炜等人利用阴影的几何和光学特性,对物体和阴影关系建模,并用这种物体和阴影一对一的特点来检测图像是否经过伪造^[7]。Kee 通过检测一幅图像中阴影的物理特性,用多个阴影来断定点光源的位置,进而以此为证据判断图像的真伪^[8]。

本文介绍了一种简易方法,即通过分析人脸中的遗留阴影,可以快速判断出在单一光源条件下的人脸图像是否经过篡改。该方法具有判定速度快、可靠性强等特点,尤其适用于经过无缝拼接的合成图像的鉴别,使司法部门能快速识别伪证。

2 取证方法

2.1 影子产生原理

影子不是实体,只是物体的一个投影^[9]。影子的形成,是

本文受国家自然科学基金,舰载航行数据记录仪(VDR)图象篡改鉴别技术研究(61250006),基于调制解调的图象多分辨率分解理论与方法(61273262),广义测不准原理及其应用研究(61002052)资助。

王焕文(1990—),男,硕士生,主要研究方向为图像盲取证, E-mail: wanghw133@qq.com; 徐晓刚(1967—),男,博士后,教授,主要研究方向为信号分析、虚拟显示、图像处理等; 徐冠雷(1985—),男,博士,讲师,主要研究方向为信号和图像处理、海洋气象、目标识别等; 王孝通(1962—),男,教授,主要研究方向为信号分析、GIS、图像处理、虚拟仿真等。

由于物体遮挡了光线这一科学原理,属于光学现象。由于光线在同种均匀介质中沿直线传播,不能穿过不透明物体(比如人体),因此该物体就挡住了光线的透射,从而形成较暗的区域,形成的投影就是常说的影子。

光照射角度不同,影子的形状也会不同。但如果物体是透明的,光线传播便不会受影响,因此不会形成影子。可见,产生影子的两个必要条件为:光和不透明物体。

图2为3D渲染场景中,单一光源在不同位置形成影子的示意图^[10]。图(a)和图(b)分别示出光源在不同位置下形成的阴影,图(c)是由图(a)和图(b)两幅图合成的阴影效果图,图(d)所示是通过分析图中的阴影判定光源的方向,黄色线交叉处即为通过阴影推断出的光源方向。

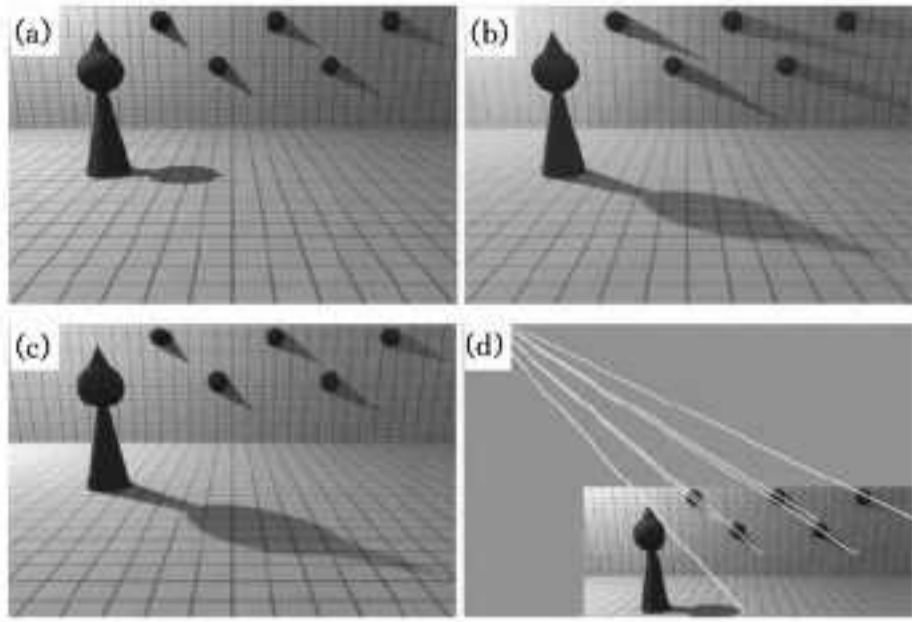


图2 单一光源在不同位置形成影子的示意图

2.2 篡改鉴别依据

在三维场景中,连接被遮挡区域与其对应的投影点产生的直线,即为光源发出的某一条光线,因此,若将多个被遮挡区域与其对应的投影点连线,多条光线所交汇的区域就是光源。在二维图像中,光线仍是目的点和投影点的连线,多条光线即可确定光源所在的位置。

特别地,在单一光源条件下的图像中,通过多个投影点和目标点连接产生的光线,可以推断出光源所在位置,如果投影点和目标点连接产生多个光源,则与单一光源这一条件矛盾,即由于图像中阴影方向不一致,证明图像经过篡改。

现实情景中,我们所处的环境是复杂的,在同一幅图像中可能存在多个光源而产生多个方向的阴影。然而,在自然环境和某些特殊环境中,仅存在单一点光源也是比较常见的,就像在空旷的户外只存在太阳这一个光源。因此,通过阴影方向不一致来鉴别图像篡改具有一定的实际意义。

2.3 本文方法

本文从影像入手,先对原始图像进行二值化,以增强图像中人像鼻翼两侧和下巴处的阴影显示,增强阴影提取效果,进而分析图像中由该类阴影提供的场景信息,提出了关于人像的简易阴影一致性约束。目前学术界对影子的研究很多,但通过影子来检测图像真伪的研究却很少,类似的通过阴影即能简易鉴别的文章更是寥寥无几。本文算法流程如图3所示。

2.3.1 图像二值化处理

不同于彩色图像和灰度图像,二值图像是指只有两个灰度级的图像,图像二值化则是将彩色图像或灰度图像转换成二值图像的过程,是图像处理中的一项基本技术。其目的是最大限度地保留图像中感兴趣的区域,如果二值化过程中阈值选取不当,则会损失原图许多有用信息。因此在进行二值化预处理过程中,能否保留原图的主要特征就显得非常关键。在不同的应用中,图像二值化处理的方法是不同的,主要包括全局阈值法、局部阈值法和动态阈值法^[11]。

全局阈值法是指在二值化过程中只使用一个全局阈值 T 的方法,利用图像的全局信息对整幅图像求出最优分割阈值。典型的全局阈值法包括 Otsu 方法、最大熵方法、Kittler 方法等。全局阈值法算法简单,对于目标和背景明显分离、直方图分布呈双峰的图像效果良好,但对由于光照不均匀、噪声干扰较大等原因使直方图分布不呈双峰的图像,二值化效果明显变差。

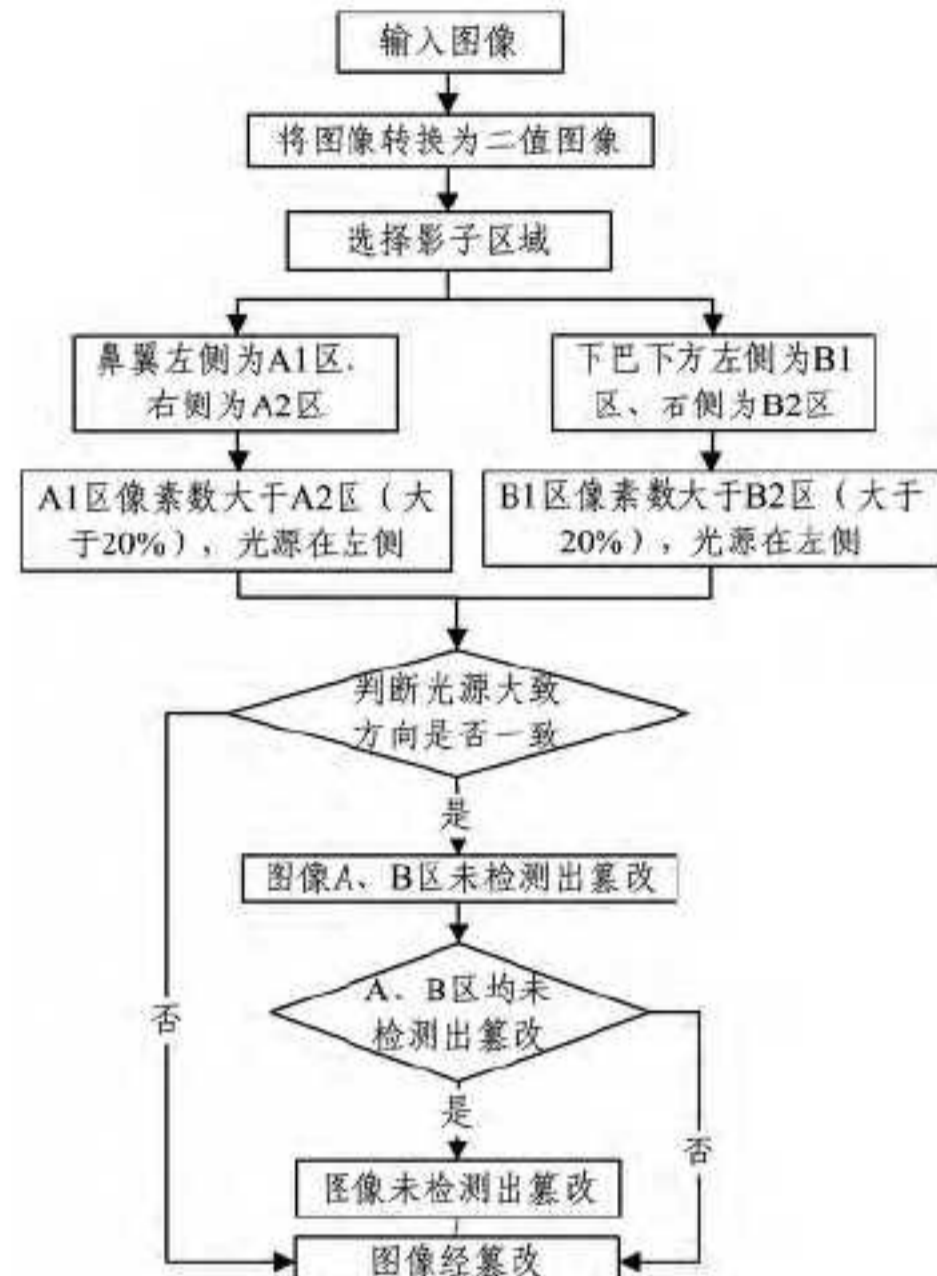


图3 简易人像篡改鉴别流程图

局部阈值法是用像素灰度值和此像素邻域的局部灰度特性来确定该像素的阈值,当照明不均匀、有突发噪声或者背景灰度变化较大时,局部阈值确定技术必须根据像素的坐标位置关系自动确定不同阈值,实施动态的自适应二值化处理。



图4

结合本文所研究的内容,本文将 $255 * 0.2$ 作为固定阈值,全局阈值法中的 Otsu 方法、Kittler 方法和局部阈值法中的 Niblack 方法作为典型,检测其提取图像阴影效果的能力,并挑选了 54 幅单一光源下的人物图像作为样本来测试本方法的可靠性,图4示出用不同方法对图像二值化的效果。

2.3.2 图像二值化处理

本文选用 54 幅单一光源条件下的人像图片作为样本,以

半自动方式对图像真伪进行辨别,因此需手动选取出判别区域,提取鼻翼两侧和下巴两处作为取样区域,如图5所示。鼻翼处区域以左右两侧阴影边界(无阴影时以鼻子边界为准)作为左右边界线,以两个鼻孔中央连线作为上下边界线的对称线,并以唇峰上方作为下边界,上边界线则为下边界的对称位置。下巴区域则以两侧唇角的竖线为左右边界线,过下巴最低点的水平线为对称线,竖线与人脸边界交叉处为上边界线,下边界线则为上边界的对称位置。

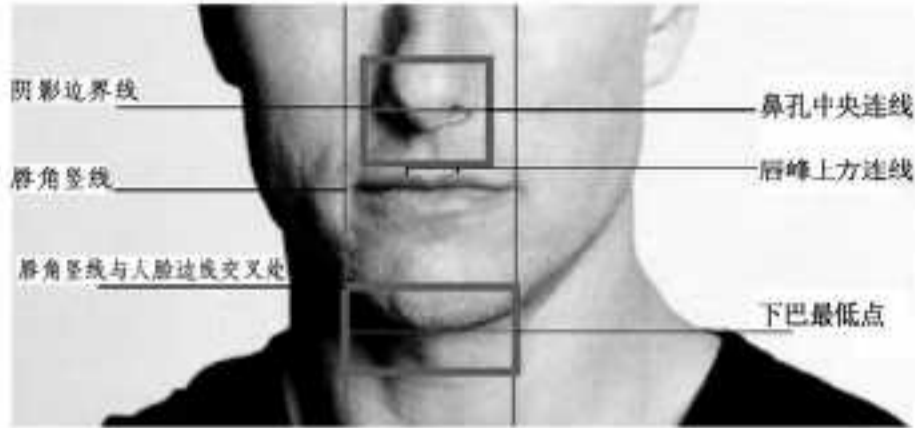


图5 判别区域选取规则

在测试过程中,选用不同二值化方法会对判别结果产生很大的影响,甚至在一些图片中呈现出判断错误的异常情况。表1是不同二值化方法在两个区域出现异常的概率表。由表1可见,用Ostu方法二值化使判别出现异常的概率更低,因而以该方法作为本文中的二值化方法更合理。

表1 不同二值化方法在两个区域出现异常的概率表

区域	固定阈值 255*0.2	Ostu方法	Kittler方法	Niblack方法
鼻翼区	55.6	11.1	22.2	33.3
下巴区	66.7	11.1	50	16.7

2.3.3 阴影不一致篡改检测

在单一光源条件的照射下,人物成像后会在鼻翼区以及下巴区留下明显的阴影痕迹,通过阴影分布的范围,可大致推测出光源位置所在。图像在经过Ostu方法二值化后,将自动保留阴影区域,并使其值变为1,非阴影区域值为0,如图6所示。



图6 对鼻翼区和下巴区进行Ostu二值化处理

在提取鼻翼区和下巴区之后,将提取区域均分成左中右3个部分,并分别对这3部分的阴影数量进行统计。

本文规定鼻翼区左侧阴影的面积 bnl 和右侧阴影的面积 bnr 之比为 $nrl1$,即

$$nrl1 = bnl / bnr$$

下巴区左侧阴影的面积 xnl 和右侧阴影的面积 xnr 之比为 $nrl2$,即

$$nrl2 = xnl / xnr$$

经统计,当左侧阴影面积是右侧面积的1.2倍以上时,说明光源在物体右侧,当右侧阴影面积是左侧面积的1.2倍以上时,说明光源在物体左侧,否则,光源在物体正对面。也就是说,当 $nrl1$ 或 $nrl2$ 大于1.2时,光源在物体右侧,当 $nrl1$ 或 $nrl2$ 小于0.833时,光源在物体左侧,当 $nrl1$ 或 $nrl2$ 不大于1.2且不小于0.833时,光源在物体正对面。

也就是说,在一幅原始图像中,必须保证 $nrl1$ 和 $nrl2$ 所

在范围是一致的,进而说明光源所在位置是一致的,否则,该图像阴影不一致,证明图像是被篡改过的。如当 $nrl1$ 大于1.2且 $nrl2$ 小于1.2时,证明该图像是伪造的。

图7(a)是经过多尺度无缝融合后的一幅图像,提取鼻翼区和下巴区图像特征,并作二值化处理,检测到鼻翼区 bnl 值为0.0175, bnr 值为0.1228,计算可得 $nrl1$ 等于0.1421,小于0.833,鼻翼区光源在鼻子左侧;下巴区 xnl 值为0.1421, xnr 值为0.1675,计算可得 $nrl2$ 等于1.5293,大于1.2,下巴区光源在下巴右侧。可见,鼻翼区和下巴区阴影不一致,证明该图像为伪造图像。



图7 合成图像阴影检测

结束语 本文以单一光源下的人物图像作为研究对象,通过分析鼻翼区和下巴区的阴影成分,进而推测光源是否一致来判断图像的真伪。本文算法简单易行,甚至在一些特殊图像中,只借助肉眼观测即可发现图像篡改痕迹。若图中包含多个人像,可按该方法检测多个人像,增强该方法的可靠性。当然,本文方法还存在一些不足,如阴影提取不够智能、二值化后的阴影范围不够准确、多个人像或景物特征分析不足等,在以后的工作中也将对其进行进一步研究和完善。

参考文献

- [1] <http://www.cs.dartmouth.edu/farid/research/digitaltampering/>
- [2] Sunkavalli K, Johnson M K, Matusik W, et al. Multi-scale Image Harmonization[J]. ACM Transactions on Graphics, 2010, 29(4):125
- [3] 吴琼,李国辉,涂丹,等.面向真实性鉴别的数字图像盲取证技术综述[J].自动化学报,2008,34(12):1458-1466
- [4] 周琳娜.数字图像盲取证技术研究[D].北京:北京邮电大学,2007:11-36
- [5] Johnson M K, Farid H. Exposing Digital Forgeries by Detecting Inconsistencies in Lighting[C]//ACM Multimedia and Security Workshop. New York, NY, 2005
- [6] Cao X, Shen Y, Shah M, et al. Single View Compositing with Shadows[J]. The Visual Computer, 2005, 21(8-10):639-648
- [7] Zhang W, Cao X, Zhang J, et al. Detecting Photographic Composites Using Shadows[C]//IEEE International Conference on Multimedia and Expo. 2009
- [8] Kee E, O'Brien J, Farid H. Exposing Photo Manipulation with Inconsistent Shadows[J]. ACM Transactions on Graphics, 2013, 32(4):1-12
- [9] Akenine-Moller T, Haines E. 实时计算机图形学(第二版)[M]. 普建涛,译.北京:北京大学出版社,2004
- [10] Farid H, Bravo M J. Image Forensic Analyses that Elude the Human Visual System[C]//SPIE Symposium on Electronic Imaging. San Jose, CA, 2010
- [11] 邓菁,郑永果.基于形态学的图像二值化方法[J].计算机工程, 2002, 28(11):205-206