

数字图像的真实 性鉴定技术

牛少彰 孟宪哲 著



科学出版社

数字图像的真实性 鉴定技术

牛少彰 孟宪哲 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书内容紧密结合当前数字图像真实性鉴定的实际需求,首先介绍数字图像篡改鉴定的研究意义和国内研究现状,接着讲述数字图像真实性鉴定的基础知识,重点总结作者所在的课题组在数字图像真实性鉴定的方面取得的研究成果。主要内容有数字图像篡改鉴定基础、多重 JPEG 压缩的篡改鉴定技术、基于计算机视觉的篡改鉴定技术、图像中文字的篡改鉴定技术、基于光源信息的篡改鉴定技术以及数字图像真实性评价模型等。

本书适合作为信息与通信、计算机科学与技术 and 信息安全等相关专业本科高年级学生及研究生学习研究的辅助教材,也可供相关领域的科研工作者以及对数字图像鉴定技术感兴趣的人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

数字图像的真实性鉴定技术/牛少彰,孟宪哲著. —北京:科学出版社, 2014.8

ISBN 978-7-03-041518-9

I. ①数… II. ①牛… ②孟… III. ①数字图像-真实性-鉴定 IV. ①TN919.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第170150号

责任编辑:王丽平/责任校对:胡小洁

责任印制:赵德静/封面设计:陈敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

http://www.sciencep.com

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年8月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2014年8月第一次印刷 印张:11 3/4

字数:222 000

定价:65.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

数字内容具有易于传输和无损复制等特性,因而很容易被盗版或被非法分发、篡改及使用。随着数码产品的迅速普及,数码相机以及数字作品的处理设备和软件被广泛地应用于人们的日常生活和工作。目前,人们每天都可以通过网络以及数码产品接触到大量的数字图片,也可以通过数码相机等设备非常容易地生成数码照片,也可以使用越来越多的图像处理和编辑软件如 Photoshop、ACDSee、iPhoto 等,对数字图像进行修改和编辑,这些软件操作简便,使得数字图像达到真实环境无法达到的效果,数码照片甚至可以按照修改者的意图被“拍摄”出来。当我们看到这些数字图像时,无法分辨出哪些是真实的照片,那些是后来的加工和创作。这样我们不得不面临的问题是:我们所看到的图像是完整、真实和可信吗?现在已经有大量的报道显示经过人为造假的数字图片被媒体公开报道,目的就是要公众相信这些图片是真实的。

图像处理软件的出现对数码照片的推广起到了重要的作用,如去除红眼、弥补曝光不足、色阶调整、锐化增强等照片处理手段能够增强照片的表现力,让数码照片更加美观。在信息高度发达的今天,人们已经非常乐于接受经过修饰和美化的照片。新闻照片也不再是新闻摄影工作者的专利,社交网站的普及使得大众也成为了新闻的发布者,而利用社交网络平台,如博客、微博、论坛和贴吧等,可随时将所拍摄的数码照片发布出去并产生广泛的影响。新闻照片是大众获取信息的重要途径,现在互联网上经常出现“有图有真相”的新闻,但是在数字图像处理软件如此发达的今天,“有图”真的就“有真相”吗?答案显然是否定的。新闻照片既要保证照片内容能够反映发生的事件,还要让照片具有一些吸引人的亮点,为了炒作新闻,一些人就会主动使用造假照片。而新闻类照片的检测比较困难,相反造假比较容易且能收获良好的反响。真实性是新闻摄影的灵魂,后期创作的照片再完美,如果破坏了真实性,也不具有任何新闻和纪实价值,甚至引导大众误入歧途。

在数字图像的真实性鉴定中,需要解决数字图像“从何而来”“怎样产生”“是否被修改”,以及“如何修改”等问题。而这些问题的解决需要系统而深入的数字图像篡改鉴定的基础理论。

对数字图像的防篡改和伪造的研究早期起源于对数字作品版权保护的需要,其代表技术为数字水印技术,所采用的基本思路都是通过添加附加信息对数字图像进行真实性和完整性鉴别。用于图像篡改鉴定的数字水印一般是脆弱的,它随着载体图像的修改而被破坏,哪怕细小的修改也影响数字水印的提取和检测。但目前的

情况是,原始的数字图像一般并不带有数字水印信息,如数码相机一般并不具有数字水印功能,而造假者更不可能让鉴定机构事先在其原始的数码照片中加入水印信息以便用于对其图片进行防篡改鉴定。现有的数字水印技术和密码学的方法无法满足图像篡改取证的要求,因而研究在事先没有对数字图像做任何预处理的情况下,对原始数字图像的篡改进行鉴定的方法受到了重视。

随着图像篡改技术的不断发展,数字图像正面临“信任危机”,数字图像已经不再“眼见为实”。我们看到一些篡改和伪造的图像已经被别有用心地用于某些正式媒体、科学发现、保险和法庭证物等,这样的使用会对政治和社会稳定产生严重的影响。在数码照片的后期处理不可能被禁止的今天,如何判别对数码照片的修改是否影响数码照片的真实性成为当前亟待解决的问题。如果不能对其真实性进行甄别,将会使虚假的新闻得逞,面临对虚假照片造成社会影响无能为力的尴尬局面。开展这一研究,是对多学科交叉融合的促进,对新的研究方向和技术应用的探索,对于规范媒体图像、认证法庭作证照片等有重要的应用价值具有十分广泛而深远的科学意义。

自2010年开始,本课题组在国家自然科学基金的资助下开始了数字图像篡改鉴定方面的研究,经过近年来的努力,在基于JPEG压缩特征、利用光源方向进行鉴定、使用相机标定进行鉴定、消隐点估计、照片中文字鉴定等方面取得了一定的研究成果。在研究的过程中,与国内外同行进行了广泛的交流,得到了中国新闻摄影学会的大力支持,使得编者有机会将研究成果在实际应用中得到检验。将本课题组在这方面的研究成果进行初步的总结,形成了本书的内容。书中内容还涉及国内外同行的研究成果,已经尽本课题组所能了解的情况进行注明,但由于涉及的内容较多,如有疏漏,敬请国内外同行谅解。

课题的研究和本书的出版得到国家自然科学基金项目(编号:61070207,61370195)、北京市自然科学基金项目(编号:4132060)和“十二五”国家密码发展基金密码理论课题项目(编号:MMJJ201201002)的资助。在本书的编写过程中,科学出版社为本书的出版付出了辛勤的工作,在此一并表示衷心的感谢。

本书的主要内容来自本课题组的研究成果,除编者外,课题组李叶舟老师,研究生胡静、吴小媚、孙晓婷、黄艳丽、韩洪立、宫真真、晏如等的研究成果充实了本书的内容,在本书编写的过程中,很多研究生参与了撰写工作和写作过程中的研讨,研究生孙晓婷参加了第6章部分内容的编写,黄艳丽参加了第7章部分内容的编写,韩洪立、宫真真参加了第4章部分内容的编写,参加本书编写研讨的研究生还有崔浩亮、芦明、张文、张鹏、杨天长、李梦姣、韩继登、贾明磊、史成洁、王文群、黄振鹏、秦筱桦、李伏一、宋文等。此外,黄艳丽、孙晓婷、韩洪立、宫真真还在本书的整理和校对方面做了许多工作。

在课题的研究应用和书稿的完成过程中,自始至终得到了北京电子技术应用

研究所周琳娜研究员的热情帮助，在实际应用中得到了北京信息产业协会秘书长徐祖哲的指导，在数字图像真实性鉴定的实际检测中得到了工人日报摄影部主任于文国、人民日报高级编辑中国新闻摄影学会学术部副主任许林，以及中国新闻摄影学会常务副秘书长王呈选等的大力支持，与他们在一起进行的实际鉴定工作和研讨为我们的课题研究提供了丰富的营养源泉，也使得我们的研究工作更具有实用性，在此一并深表感谢。

数字图像的真实性鉴定还是一门新兴的技术，现阶段的研究主要还处在基础理论和零散技术的研究阶段，还没有一个系统的模型和理论做指导，编者水平有限，时间仓促，书中难免有疏漏和不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

2014 年 3 月 16 日

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 数字图像真实性鉴定的研究意义	1
1.2 数字图像真实性鉴定研究现状	4
1.2.1 传统数字图像保护方法	5
1.2.2 盲环境下的数字图像鉴定方法	6
第 2 章 数字图像	8
2.1 照片的发展	8
2.2 数码照片基础	17
2.2.1 数码照片与胶片照片的区别	17
2.2.2 数码照片的成像过程	19
2.2.3 数码照片生成的基本步骤	19
2.3 数码照相机与数码照片	23
2.3.1 数码照相机的“色彩”合成	23
2.3.2 CFA 插值算法	25
第 3 章 数字图像真实性鉴定基础	29
3.1 数字图像篡改行为分类	29
3.2 针对颠覆类篡改的鉴定技术	31
3.2.1 计算机生成图像鉴定技术	31
3.2.2 相机翻拍图像认证技术	32
3.2.3 相机来源认证技术	33
3.3 针对严重类篡改的鉴定技术	36
3.3.1 针对同幅图像 copy-move 篡改的检测技术	36
3.3.2 基于统计特征的图像篡改检测技术	38
3.3.3 基于局部特征的图像篡改检测技术	38
3.4 针对一般类篡改的鉴定技术	40
3.5 图像篡改鉴定技术的发展阶段	40
第 4 章 多重 JPEG 压缩的篡改鉴定技术	43
4.1 JPEG 压缩简介	43
4.1.1 JPEG 编/解码过程	43

4.1.2 篡改引起的 JPEG 图像变化	46
4.2 基于分块思想的多重 JPEG 压缩检测	47
4.2.1 JPEG 压缩误差分析	48
4.2.2 分块的方法加速检测	51
4.2.3 实例检测	53
4.3 基于滑窗思想的多重 JPEG 压缩检测	56
4.3.1 恶意 JPEG 压缩	56
4.3.2 针对恶意 JPEG 压缩的滑窗检测	57
4.3.3 实例检测	58
4.4 基于量化误差一致性的多重 JPEG 压缩篡改取证技术	62
4.4.1 量化误差一致性检测算法的理论基础	63
4.4.2 利用量化误差一致性进行多重 JPEG 压缩检测	67
4.4.3 实例检测	69
第 5 章 基于计算机视觉的篡改鉴定技术	74
5.1 计算机视觉基础	74
5.1.1 计算机视觉的应用领域	75
5.1.2 计算机视觉应用于数字图像篡改鉴定	77
5.2 盲环境下单幅图的篡改鉴定	82
5.2.1 用于图像鉴定的相机标定方法	83
5.2.2 针对非对称裁剪的鉴定	86
5.2.3 实例检测	87
5.3 基于单个目标的篡改鉴定	90
5.3.1 照片成像的空间映射模型	91
5.3.2 基于一维正交物体的图像鉴定	92
5.3.3 实例检测	96
5.4 针对主点轻微偏移的篡改鉴定	98
5.4.1 相机外部矩阵用于图像篡改鉴定	99
5.4.2 实例检测	100
5.5 针对低分辨率图像的篡改鉴定	103
5.5.1 低分辨率图像的广义成像模型	104
5.5.2 基于主点偏移的低分辨率照片鉴定方法	104
5.5.3 基于外部旋转矩阵的低分辨率照片鉴定方法	105
5.6 基于特征点优化的篡改鉴定	107
5.6.1 正交消隐点性质	107
5.6.2 正交消隐点用于相机标定	108

5.6.3	正交消隐点估计主点	109
5.6.4	实例检测	112
第 6 章	图像中文字的篡改鉴定技术	114
6.1	基于相机标定的文字变造篡改鉴定	114
6.1.1	汉字特征点的提取	114
6.1.2	汉字图像单应性矩阵标定	116
6.1.3	获取重构汉字	117
6.1.4	实例检测	118
6.2	文字图像局部篡改取证技术	120
6.2.1	图像中笔画边缘检测	121
6.2.2	笔画边缘特征的提取	122
6.2.3	支持向量机分类模型训练	123
6.2.4	实例检测	126
第 7 章	基于光源信息的篡改鉴定技术	129
7.1	光照方向的估计	129
7.1.1	光照方向与图像取证技术的结合	130
7.1.2	光照方向的估计原理	130
7.2	基于光照方向不一致的图像盲取证技术	133
7.2.1	图像中目标物体的边缘定位	133
7.2.2	目标物体的边缘数据拟合	133
7.2.3	数学规划中目标函数及其约束条件的建立	134
7.2.4	利用 K-K-T 条件解关于光源方向的凸规划	136
7.2.5	实例检测	136
7.3	投影与光照方向不一致的数字图像篡改检测	138
7.3.1	投射阴影估计光源区域	138
7.3.2	投影与光照方向的一致性	139
7.3.3	实例检测	140
第 8 章	数字图像真实性评价模型	143
8.1	数字图像处理与真实性评价	143
8.2	层次化的真实性评价模型设计	145
第 9 章	数字图像真实性鉴定实例分析	149
9.1	数字图像的篡改鉴定过程分析	149
9.2	《利比亚冲突》的真实性鉴定	151
第 10 章	总结和展望	157
10.1	总结	157
10.2	研究展望	162
参考文献		166

第1章 绪 论

数字图像是目前最主要的信息载体之一,近年来发展速度尤其突出。据统计互联网上现在有数千万张数字图像,并且每一秒都有数百张图像被上传到网上,在这样一个人人都是信息发布者的年代,我们需要更强的辨识能力,来应对真假混杂的信息环境,所以怎样有效鉴别数字图像是一个值得关注的内容。

1.1 数字图像真实性鉴定的研究意义

数字图像是互联网时代最主要的信息载体之一,我们已经被源源不断的、渗透在当今日常生活中的符号和图像所包围。但是伴随数字图像以及图像处理技术的迅猛发展,在信息高度发达的今天,我们已经非常乐于接受经过修饰和美化的图像,从婚纱摄影中改头换面式的修饰到普通照片中去红眼、增加亮度等图像的优化处理,在很大程度上增强了人们使用数字图像的乐趣。目前成熟的图像处理软件有很多,专业级的软件有享誉盛名的 Adobe Photoshop 系列,微软 Visio Viewer 系列和苹果公司的 iPhoto 系列,普通用户使用的图像处理共享软件更是不胜枚举。成熟的数字图像处理技术已经让数字图像的处理变得简单甚至富有乐趣,即使是普通用户也能通过去除红眼、弥补曝光不足、色阶调整、锐化增强等处理手段增强图像的表现力,让数字图像更加美观;在图像处理软件的帮助下,对图像的裁剪、缩放、格式重定义能够轻而易举的完成,让数字图像能够按照任意的尺寸和格式进行发布,可以说数字图像处理软件为数字图像的使用带来了极大的便利,为数字图像的推广起到了重要的作用。

数字图像处理软件给一般用户带来了极大方便的同时,也给数字图像的使用带来了隐患。图像处理软件的功能非常强大,能够实现的功能并不局限于对照片的修饰方面,特别是在具有三维渲染功能的图像处理软件的帮助下,有经验的使用者能够使用图像处理软件制作出任意内容的照片。图 1.1 和图 1.2 中所示的图像分别是由图像处理软件制作而成和由相机拍摄得到。

图 1.1 中所示的照片是使用数字图像处理软件制作的图像,对比图 1.2 展示的相机拍摄得到的图像可以发现,两者在视觉上并没有明显差别,一般的用户很难对两种图像进行分辨。由此可见图像处理软件是把双刃剑,在给图像使用带来方便的同时也埋下了种种隐患。

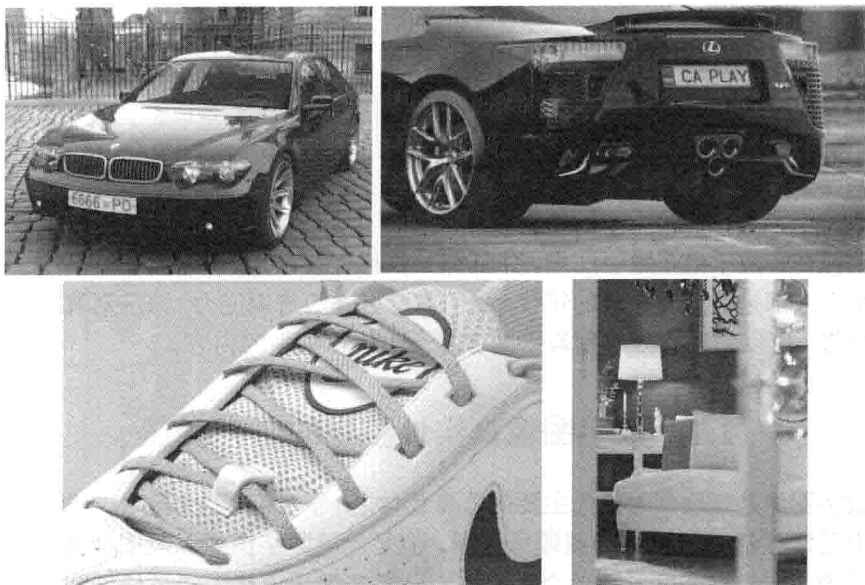


图 1.1 图像处理软件制作图像 (图片来源 Internet 网)

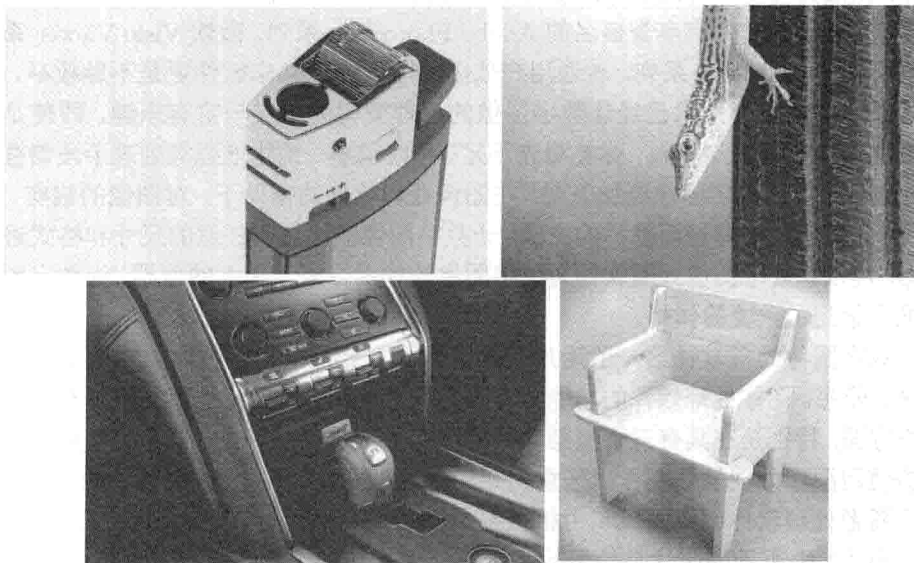


图 1.2 相机拍摄图像 (图片来源 Internet 网)

数字图像处理工具在使数字照片变得完美的同时,也使得新闻照片可以按照修改者的意图被“拍摄”出来,成为制造的“新闻”,“新闻照片”已经不再“眼见为

实”。真实性是新闻摄影的灵魂，后期创作的“新闻照片”再完美，如果破坏了真实性，也不具有任何新闻和纪实价值，甚至引导大众误入歧途。

1997 年 11 月 17 日在埃及卢克索城内的发生了恐怖分子射杀游客的事件，60 余名外国游客和埃及人被打死，20 多人受伤。瑞士媒体《Blick》报在报道该枪击事件时登出了一组“血染大地”的照片(图 1.3)，照片实际上是将水迹改为红色以营造恐怖效果。



图 1.3 “血染大地”造假照片 (图片来源 Internet 网)

2003 年夏天，美国驻伊拉克士兵特德·博顿瑞尔克斯与伊拉克男孩的合影(图 1.4)也曾因为图中的文字问题，引起了广泛的国际关注。



图 1.4 伊拉克合影事件 (图片来源 Internet 网)

类似的新闻照片造假的例子还有很多，比较出名的事件还有 2003 年，从事新闻工作 30 年的洛杉矶时报记者布莱恩·瓦尔斯基发布了一张英国士兵与伊拉克平民对峙的照片，照片中英国士兵与当地平民正在面对面发生冲突，视觉效果相当震

撼,然而细心的观众从照片中发现了英国士兵身边的平民竟然出现两个身体,这才暴露出图像是由两张不同照片拼接而成,瓦爾斯基也因此被解雇;2008年4月14日美国 CNN 在报道西藏事件时,采用了一组经过断章取义的图像扭曲了事实的真相,虽然事后 CNN 发表了道歉,但是报道中失实的图像给我国的国际形象造成了极大的负面影响;伊朗国家电视台 2009 年 7 月 9 日报道,伊朗革命卫队在报道成功试射 9 枚导弹的新闻中使用了一组 4 枚导弹一起发射的照片,后来照片收到了来自英国、法国的专家的质疑,伊朗革命卫队随后将网站上的照片进行了替换,但并未对此事做正式的回答。国内更是有“广场鸽”“藏羚羊”“周老虎”这样轰动全国,引起全民关注的造假图像。通过图像处理手段,发布者可以凭借低廉的成本发布任意内容和形式的照片,并且造假很难被发觉,即使被发现也不需要承担过多的损失,这种低风险、低投入、高回报的模式导致造假照片不断地出现在人们的视线中。

新闻照片既要保证照片内容能够反映发生的事件,还要让照片具有一些吸引人的亮点,为了炒作新闻,一些人就会主动使用造假照片。而新闻照片的检测比较困难,相反造假比较容易且能收获良好的反响。但新闻类照片不是“婚纱照”,新闻照片中的造假照片会给整个新闻媒体造成严重的不良影响。

前面列举的只是有国际影响力的新闻媒体中被曝光的造假照片,还有数不尽的造假照片充斥在生活的每一个角落。在信息时代,高速手机网络和 Internet 网以及高实时性的社交网络平台让信息的传播速度达到了前所未有的迅捷,在众多信息载体中,人们总是偏爱图像作为第一选择,Internet 网上更是流行着“有图有真相”的说法。但是在数字图像处理软件如此发达的今天,“有图”真的就“有真相”吗?答案显然是否定的。

造假照片难以被识破、影响较大,传递信息的照片不能按照“婚纱照”的标准进行使用,其中混杂的造假照片会给整个社会造成严重的不良影响。在数字图像的后期处理不可能被禁止的今天,如何判别对数字图像的修改是否影响数码照片的真实性成为当前亟待解决的问题。开展数字图像真实性鉴定技术的研究不仅能够科学、快速地完成图像鉴定工作,还能有助于规范照片使用,降低造假照片带来的社会影响,对保障社会主义精神文明建设快速有序进行有着重要意义。

1.2 数字图像真实性鉴定研究现状

随着相机制作工艺的进步,数字照相机的成本越来越低,数字照相机已经进入全民时代,数字照相机的普及加速了数字图像的使用和传播,甚至可以说数字图像已经成为目前最受欢迎的一种信息载体。但是随着数字图像处理技术的发展,伪造的照片已经不能通过人眼进行分辨,图像处理软件给照片带来了“信任危机”。

1.2.1 传统数字图像保护方法

在数字内容保护领域,比较常用的方法就是对待保护的内容嵌入数字水印,当出现争议时提取预先嵌入的水印信息进行比对,进而实现内容保护。可以说数字水印是一种数字内容版权保护的有效手段,也是当前在数字图像保护领域广泛应用的一种方法。

数字水印^[1](digital watermark)的概念最早出现在1993年,Tirkel等提出了数字水印的概念,随后他们又提出来第一种在时域最低有效位(least significant bit, LSB)进行水印嵌入的算法^[2],Cox等借用大量信息隐藏以及数字水印领域的研究经验,提出了在图像频域进行水印嵌入的NEC算法^[3],第一次明确解释了频域系数与图像内容、嵌入水印的关系。在这些基础理论提出之后,数字水印进入了一个高速发展的时期,涌现出来大量设计巧妙的算法,Hsu等在时域LSB嵌入的基础上引入了M序列^[4];Zeng等将密码学的内容引入了数字水印算法,借助密钥控制水印嵌入的位置,并且采用三元组嵌入的方式,有效规避了传统嵌入造成的频率分布特征^[5];经典的数字水印算法还有很多,在这里就不一一列举。

虽然不同的数字水印嵌入技术的设计思路和嵌入方法不同,但是一般的数字水印技术都是遵循如图1.5所示的方式进行。

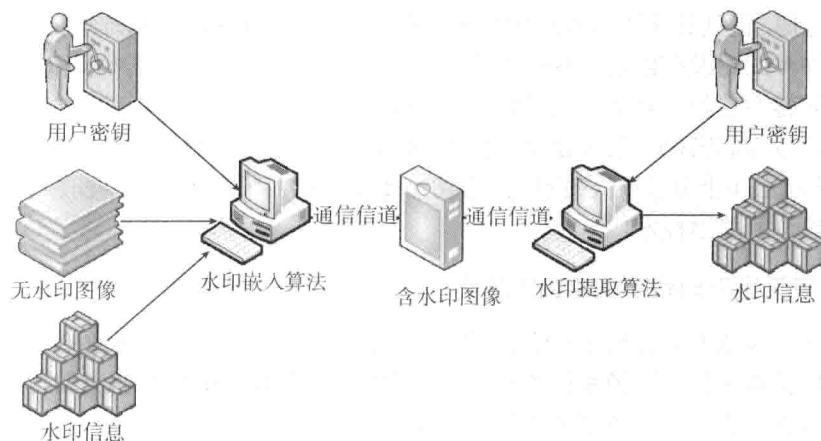


图 1.5 水印嵌入一般过程

由图1.5可知,如果使用数字水印的方式对数字图像进行保护时,需要对图像进行水印嵌入,这要求在图像生成的源头就对图像进行嵌入。早在数字水印概念刚刚产生之时,Friedman就提出了利用数字水印方法制作可信照片的“可信照相机”模型^[6]。

目前带有水印功能的照相机尚没有得到广泛应用,虽然该方面已经有若干专

利和技术,但是主流的相机生产厂商却并没有大规模推出相关产品。这是由数字水印保护模型本身所决定的,如果要推行“可信照相机”,那么就必须强制所有相机生产厂商都推行同样的水印嵌入模块,并且这个嵌入模块采用的水印算法需要足够强健,算法不能泄露,同时能够升级。即使存在这样的算法,也需要所有的用户接受,因为嵌入水印将导致照片质量下降。另外如果仅有部分相机采用“可信照相机”模型,那么将不能避免出现先造假再加水印的重放攻击,这样不仅起不到应有的效果,反而会增加造假照片的迷惑性。

数码照片的篡改行为属于数字图像使用中的个别行为,为了检测这种个别行为,付出大量的资金投入和所有图像质量下降的代价,这显然是与数字图像的应用相悖的,因此使用数字水印技术对所有照片进行保护从理论上讲并不是最佳的选择。

数字水印技术是作为一种重要辅助手段实现对数字图像进行保护的,特别是在司法、商业和保险领域用作证物的数字图像以及摄影领域的摄影作品的保护方面都起着重要作用,通过嵌入水印进行证物归档或者版权声明。但是在一般的照片鉴定时,数字水印技术则并不适用。

随着图像篡改技术的不断发展,数字图像正面临“信任危机”,数字图像已经不再“眼见为实”,目前尽管以数字图像作为有效司法证据的呼声越来越高,要求越来越迫切,但是数字图像的真实性鉴别在技术上尚不成熟,在基础理论的研究方面还有许多问题没有解决。尽管图像可以通过现有的数字水印技术和密码学的方法进行完整性保护,但是在面对类似“华南虎”事件和“广场鸽”事件时,现有的数字水印技术和密码学的方法无法满足图像篡改取证的要求,因此给司法机关的取证、鉴定工作带来了很大的难度,迫切需要研究在盲环境下的数字图像篡改鉴定的基础理论和关键技术。

1.2.2 盲环境下的数字图像鉴定方法

数字水印技术通过预先向数字图像嵌入水印信息实现对数字图像的真实性、完整性的保护和数字图像版权的认证,但是限于目前数字图像的使用和传播模式,水印技术并不适用于对数字图像进行篡改鉴定。

数码相机一般并不具有数字水印功能,因而原始的数字图像并不带有数字水印信息,而造假者更不可能让鉴定机构事先在其原始的数字图片中加入水印信息以便用于对其图片进行防篡改鉴定。因而研究在事先没有对数字图像做任何预处理的情况下,对原始数字图像的篡改进行鉴定的方法受到了重视。

对数字图像进行篡改鉴定应该仅从图像本身入手,在不做任何预先处理的条件下,根据图像呈现的各种特征寻找图像中的篡改经历,这种技术就是盲环境下的数字图像篡改鉴定技术,这一领域的研究一经问世,就受到了来自社会各方面的

重视。

盲环境下的数字图像鉴定就是要解决数字图像在使用中真假难辨的问题,具体来说就是要回答指定图像是由什么设备拍摄,是否经过了处理,经过了怎样的处理,处理对图像有怎样的影响等问题。

最早从事数字图像鉴定工作的是美国 SUNY Binghamton 大学 Fridrich 教授带领的研究团队,该团队提出的针对图像中 copy-move 篡改进行鉴定的算法^[7]拉开了数字图像鉴定的序幕,Fridrich 教授团队的研究受到了美国空军实验室的资助,在将数字图像隐写分析的多种研究方法引入到数字图像篡改鉴定,在图像重压缩^[8]、图像来源认证^[9]等领域的研究处于领先水平。

美国 Dartmouth 大学 Farid 教授的研究团队,在美国自然科学基金 (NSF) 的资助下,在基于统计特征的图像篡改鉴定^[10]、基于光源特征^[11]的图像篡改鉴定等领域的研究都处于开创性的领导地位,是数字图像鉴定领域的带头人,数字图像处理软件界的巨头 Adobe 公司已经与 Farid 的研究团队达成合作关系,计划将在其后续的 PS(Photoshop) 系列产品中添加图像鉴定插件。

除此之外,美国 Columbia 大学的 Chang 教授研究团队^[12],Purdue 大学的 Delp 教授研究团队^[13]以及 Maryland 大学的 Liu 教授研究团队^[14]也是最早从事盲环境下数字图像鉴定的组织,并且在此领域的研究具有相当的深度。

国内开展这方面研究的团队主要有:中山大学黄继武教授的研究团队在使用统计特征和小波特征检测图像多次压缩、图像拼接等方面^[15-17]取得了很好的研究成果;大连理工大学信息安全研究中心孔祥维教授的研究团队在数字照片来源认证方向的研究^[18,19]处于国内领先水平,另外该团队在基于图像色调的鉴定方法取得了多项专利技术;武汉大学王丽娜教授的研究团队^[20],南京信息工程大学孙星明教授的研究团队在基于小波分析的图像复制-粘贴篡改鉴定方向^[21,22]获得了很好的研究成果;解放军信息工程大学信息工程学院平西建教授的研究团队将图像篡改鉴定与图像区域识别进行了结合,并且在图像拼接检测方向取得了成果^[23];北京交通大学现代通信网实验中心的荆涛教授在基于图像自然特征的图像取证方面取得了研究成果,并且应用在图像二次获取鉴定、图像拼接鉴定等方面^[24,25]。

随着盲环境下数字图像鉴定领域研究的升温,IEEE 的信息篡改鉴定与安全技术委员会 (IEEE's Information Forensics and Security Technical Committee) 于 2009 年 12 月在伦敦召开首届信息篡改鉴定与安全国际研讨会 (First IEEE International Workshop on Information Forensics and Security, December 6-9, 2009 - London, United Kingdom)。IEEE 创办了专门的期刊 IEEE Transactions on Information Forensics and Security。国内诸如“全国信息隐藏暨多媒体信息安全学术大会”等信息安全界的会议都增加了“数字图像取证”专题。

第2章 数字图像

数字图像, 又称数码图像或数位图像, 是以二维有限数字数值像素形式表示的图像, 由数组或矩阵表示。数字图像是由模拟图像数字化得到的、以像素为基本元素的、可以用数字计算机或数字电路存储和处理的图像。数码照片是数码技术与照相摄影技术的完美结合体, 但早期的照片不是以数值的形式记录的, 从最早的照片到现在广泛普及的数码照片经过了漫长的发展历史。

2.1 照片的发展

如果从广义上去理解照相机, 那么这段历史可以追溯到两千五百年前, 早在公元前四百多年, 我国的《墨经》一书就详细记载了光的直线前进、光的反射, 以及平面镜、凹面镜、凸面镜的成像现象。虽然照相机的概念提出的很早, 但是距离第一张照片的问世还有漫长的岁月, 直到两百多年前, 人类的第一张“照片”才被拍摄出来 (图 2.1)。这张照片拍摄的是一片普通的树叶, 当时摄影师将树叶放在一张感光纸上, 随后将感光纸拿到阳光下曝光。最终, 感光纸上清晰地显示出一个和树叶大小相同的图片, 并且图片中树叶的脉络清晰可见, 但是这张照片并不是我们通常意义上理解的照片, 它更像是通过太阳光对树叶进行了一次“复印”。

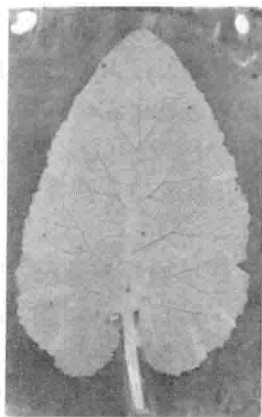


图 2.1 最早的“照片”

照相机的发明并非一蹴而就, 它是在人类文明经历了若干重大飞跃之后才逐