

基于 CCD 检测的半色调防伪技术的研究

唐万有, 王振蓉, 赵小梅, 谢兵

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要: 探讨了一种半色调图像的防伪信息嵌入与提取方法, 运用网点生成原理和数据库技术, 实现了在 RIP 处理后生成的半色调图像文件中嵌入隐藏信息, 并利用 CCD 设备扫描嵌入隐藏信息的印刷品, 结合算法实现隐藏信息的提取。实验结果表明: 与数据库技术的结合, 大大提高了嵌入信息的灵活性和隐蔽性, 信息嵌入和提取的速度很快, 且该方法不增加额外的印刷成本, 嵌入信息的不可见性好, 可广泛应用于包装防伪和证件、证书防伪中。

关键词: 隐藏信息; 半色调; CCD; 嵌入; 提取

中图分类号: TS853⁺.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)11-0108-05

Halftone Anti-counterfeiting Technology Based on CCD Detection

TANG Wan-you, WANG Zhen-rong, ZHAO Xiao-mei, XIE Bing

(Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: An anti-counterfeiting information embedding and extracting method based on halftone image was discussed, which used the principle of dot generation and database technology to realize embedding the hidden information into the generated halftone image files after RIP processing. CCD scanning equipment was used to scan the print with the hidden information and extraction of the hidden information was realized using algorithm. The experimental results showed that the combination of database technology greatly improves the hidden information content flexibility, and this method has high speed in embedding and extracting information; the method doesn't need additional printing cost; the embedded information is invisible. It was concluded that the method can be widely used in packaging and certificate anti-counterfeiting field.

Key words: hidden information; halftone; CCD; embedding; extracting

现在, 实现防伪的手段繁多, 有基于印刷材料的防伪, 有数字水印防伪, 而基于半色调信息的防伪, 当前主要的实现方法为光栅和莫尔条纹^[1-3]。基于印刷材料的防伪会造成印刷成本提高, 数字水印防伪当前还主要应用于数字图像防伪, 而莫尔条纹方法的半色调信息防伪方法的检测需要光栅片。

文中介绍的方法是运用 C#语言, 在 VS2010 开发环境 .net 平台下, 通过编程实现分色后图像的信息隐藏, 印刷后, 通过 CCD 扫描印刷品, 实现图像信息获取, 再通过算法实现隐藏信息提取。该方法运用了数据库技术, 增加了隐藏信息的灵活性, 并且防伪信息

的不可见性好, 不增加额外的成本。在合理优化算法后, 可以将此模块嵌入到印刷品在线检测系统中, 实现防伪信息的在线检测。该方法为印刷防伪领域提供了一种较好的解决方案, 同时也开拓了一种基于半色调信息防伪方法的新思路。

1 半色调信息嵌入与提取原理

隐藏信息的嵌入与提取都是在数字文件分色以后生成的半色调图像上进行处理, 基于网点面积率的变化实现。

收稿日期: 2013-04-11

基金项目: 广东省重大科技专项(2010A080402010)

作者简介: 王振蓉(1987-), 女, 天津人, 天津科技大学硕士生, 主攻印刷品复制技术及质量控制。

通讯作者: 唐万有(1955-), 男, 天津人, 天津科技大学教授, 主要研究方向印刷质量及质量评价系统、印刷设备及性能。

1.1 信息嵌入原理

数字图像经过分色,生成4个1 bit tiff 文件,选择某个色版,嵌入面积大小不同的网点,表达隐藏的字符信息在数据库中对应的二值编码。

在数据库中新建一个命名为 infotable 的表,表中包括2个字段:字符信息和所对应的二值编码,见图1。其中字符信息可以为汉字、英文字母、数字,对应

ID	charinfo	code	添加
1	天	00000001	
2	津	00000010	
3	科	00000011	
4	技	00000100	
5	大	00000101	
6	学	00000110	
7	包	00000111	
8	装	00001000	
9	与	00001001	
10	印	00001010	
11	刷	00001011	
12	工	00001100	
13	程	00001101	

图1 数据库中的 infotable 表

Fig.1 Infotable sheet in the database

的二值编码为8位二值编码(这里的编码位数可以根据需要进行调节,当前,8位编码只可以表达256个字符信息)。在分色后的1 bit tiff 文件中,嵌入不同面积率的网点,具体嵌入网点的大小可以根据需求和不同图像的特点有所调整,但以保证二值编码为0和二值编码为1时网点面积率不同,且基于CCD检测时可以区别开来为前提。

1.2 信息提取原理

用CCD获取嵌入隐藏信息和未嵌入隐藏信息的印刷品图像,将两幅图像在程序中运行,对应像素位置相减,得到差值图像,判断出差值图像每个网格中嵌入信息的像素个数,判断所得值与设定阈值之间的大小关系,从而判断出二值编码,并与数据库进行比对,得出嵌入的字符信息。

阈值判断包括2步。由于不同编码嵌入的网点面积不同,因此应该判断差值图像每个网格中嵌入像素数与设定的2个阈值之间的大小关系。如果大于设定的较大阈值,则认为该网格位置嵌入了面积率较大的网点,编码为0;如果大于设定的较小阈值且小于设定的较大阈值,则认为该位置嵌入了面积率较小的网点,编码为1。依次判断8位编码,并与数据库进行比对,得出嵌入的网点信息。

2 实验

2.1 使用的设备,开发平台

实验设备和开发平台: Canon 扫描仪, Fuji xerox5065 数字印刷机, VS2010. net 开发平台, GDAL, Access 数据库。

2.2 实验流程

实验过程包括3部分:数字图像分色、信息嵌入、提取。图2是上述半色调防伪的流程图。

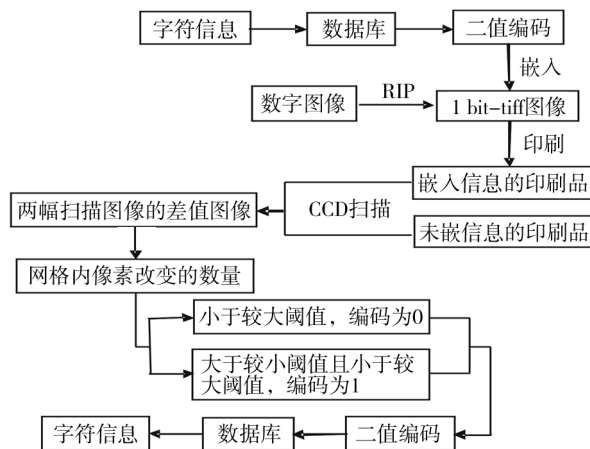


图2 实验流程

Fig.2 Experiment process

2.2.1 数字图像分色

首先,编写程序实现对数字图像进行RIP处理,生成4个1 bit tiff 文件。K版生成深度默认设置为0.3,但可以根据原稿的不同和最终用途自行设置。加网角度默认C版为75°,K版为45°,M版为15°,Y版为90°^[4]。输出分辨率设为2400 dpi,加网线数设为150 lpi,加网质量因子设为2。因此,每个网格可以最多表达65个等级。

图3中的c,d,e,f四幅图是分色后生成的图像,由于生成的位图图像太大,因此把置入的图片在Photoshop中进行了缩小和压缩。

2.2.2 信息嵌入

在软件中,打开将要被嵌入信息的1 bit tiff 文件,选择要嵌入的字符信息,输入嵌入网点的位置,嵌入信息。

嵌入网格面积的5%表示0,网格面积的2.5%表示1。因为每个网格中含有的记录点为64个, $\text{ConvertToInt32}(\text{Math.Round}(64 * 0.05)) = 3$, Convert

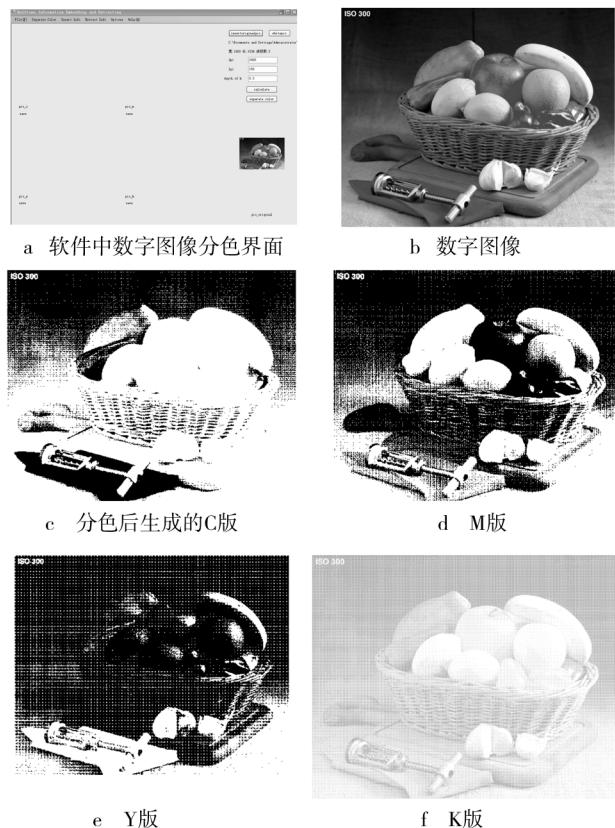


图3 数字图像分色

Fig. 3 Color separation of digital image

$\text{ToInt32}(\text{Math. Round}(64 * 0.025)) = 2$, 所以, 当嵌入信息的二值编码为 0 时, 改变当前网格内 3 个像素的值, 当嵌入信息的位置编码为 1 时, 改变当前网格内 2 个像素的值。这里 0 和 1 改变的面积率是可变的。

图 4a 界面中打开图像质量较差是因为程序中引用了 GDAL 实现大图像的读取, 并且对原图像进行了等比例缩放, 对信息嵌入过程不造成影响。通过图 4b, c 两图比较, 根本不能看出嵌入的隐藏信息, 因此, 该算法实现的信息嵌入不可见性很好。

2.2.3 印刷扫描

用数字印刷机分别印刷嵌入信息的 Y 分色图像, 未嵌入信息的 Y 分色图像, 嵌入信息的四色叠印图像以及未嵌入信息的四色叠印图像。经过 CCD 设备扫描后, 得到 4 幅扫描图像, 见图 5。图 5 显示的图像肉眼无法察觉出差别, 这也能够充分说明嵌入信息的不可见性。

2.2.4 信息提取

在软件中分别打开扫描得到的嵌入信息和未嵌入信息的图像, 两幅图像比较, 得到差值图像。依次

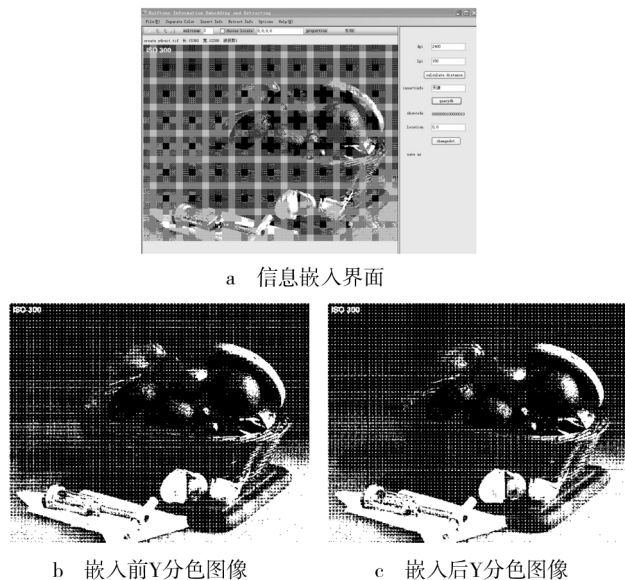


图4 信息嵌入

Fig. 4 Information embedded

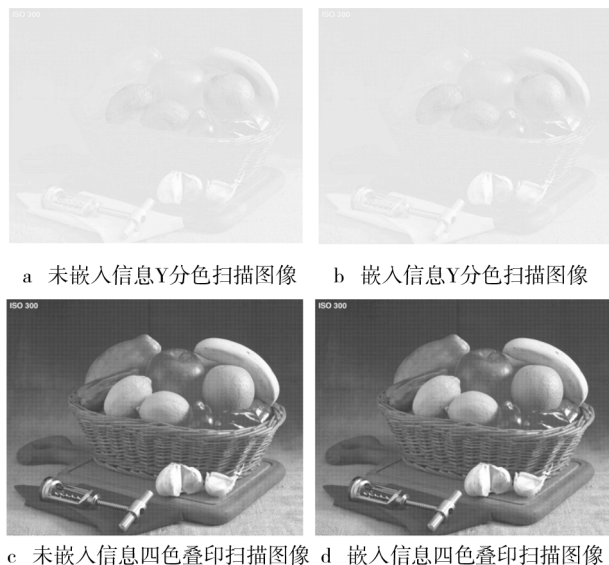
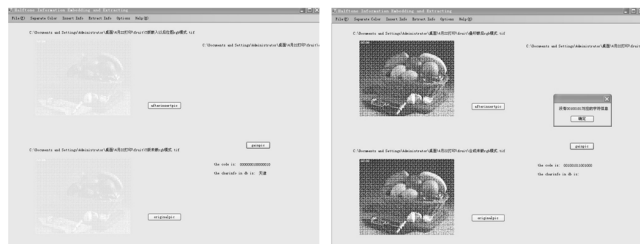


图5 印刷扫描

Fig. 5 Scan and print

判断差值图像网格内插入信息的像素个数, 并与设置阈值进行比较, 得到二值编码, 最后与数据库进行比对, 得到嵌入的字符信息。因为嵌入的网点面积率很小, 编码为 0 时, 改变 3 个像素的值, 编码为 1 时, 改变 2 个像素的值, 所以, 嵌入信息和未嵌入信息的图像肉眼无法察觉出差别。检测分为单色印刷品检测和叠合后印刷品检测。图 6 是在软件中检测的界面。

从图 6 中, 可以看出, 信息提取扫描的 Y 版图像得到的差值图像和四色叠印的差值图像是不同的, 只



a Y分色信息提取界面

b 叠印图像信息提取界面

图6 信息提取

Fig. 6 Information extraction

是Y版的时候,可以正确的提取出改变值的像素,通过改变的像素数依次判断得到16位二值编码,并且得到“天津”这2个嵌入的字符信息。而四色叠印图像的差值图像改变值的像素个数与嵌入的个数不同,因此,得到的二值编码也不同,所以,嵌入较小的网点面积时无法判断出隐藏的信息。如图6中弹出的提示框,没有00010100对应的字符信息。

需要强调的是,由于信息提取过程是基于对应像素间RGB值的差值与设定阈值之间的关系判断,因此,需要在信息提取过程前,对扫描图像进行边缘定位。

3 结果与讨论

下面对该实验研究的3个中心环节即图像分色、信息嵌入和信息提取的实验结果进行分析。

3.1 数字图像分色

选择一幅iso300标准图像进行分色处理,根据输出分辨率和加网线数以及加网质量因子之间的关系,得到CMYK四色印版。原图长宽为1920×1536像素,分辨率为300 ppi,图像大小为8.44M,图像大小为15360×12288像素,分辨率2400 dpi,分色后得到的位图图像大小为22.5M,分色过程的时间为500 s。与harlequin分色图像比较发现,分辨率同为2400 dpi,但harlequin分色生成的图像为15136×12095像素,处理时间为13 s。

分析速度上的差距主要源于当前数字分色模块还存在很多的强制数据类型转换,这会增加程序运行时间,而且,现在程序中还存在一些代码冗余。分析图像大小上的差距主要因为处理算法的不一致,像素与生成网点的对应关系的不一致。分析图像质量上的差距,当前算法下,生成的4个位图叠在一起后,图

像偏灰暗,不能很好地再现原稿,而且当前黑版的生成还没有一定的标准,仍是通过人为设置黑版生成深度,设置不同的黑版生成深度对最终生成四色印版会产生很大的影响。

3.2 信息嵌入

实现信息嵌入主要有3个关键控制点:嵌入色版的选择、嵌入位置、嵌入面积大小。

当前,信息嵌入在Y色位图中实现,这主要由于Y版的加网角度为90°,嵌入信息的初始位置较CMK位图更容易确定,而且,黄版颜色较浅,人眼对黄色不敏感,嵌入信息后更不易被察觉。目前,也可以在C, M, K三色印版中嵌入隐藏信息,实现嵌入网点与原网点中心点重合,但在CMY中嵌入信息需要计算嵌入位置,增加程序运行时间。因此,选择在黄版中嵌入隐藏信息,嵌入速度很快,比较嵌入信息和未嵌入信息的图像,肉眼无法察觉出差别。

嵌入网点的大小可以人为确定,在保证人眼的不可见性和后续检测准确性的前提下,尽可能小。嵌入位置的选择也很关键,要充分考虑印刷过程中出现的网点扩大。

3.3 信息提取

信息提取过程包括两类,单色印刷品信息提取和多色叠印图像信息提取。

扫描单色印刷品的信息提取在程序实现过程中,速度很快,准确率很高,即使在嵌入信息的网点面积很小的情况下也可以实现。

扫描多色叠印的图像,由于信息提取的算法是基于扫描稿像素RGB值和预设阈值之间的关系判断确定,而多色叠印后,每个像素的RGB值不能够预先确定,因此,无法确定阈值,而且当代表嵌入信息的网点面积率很小时,虽然可以判断改变像素值的个数,但存在的误差很大,从而不能判断出二值编码和字符信息。但当嵌入的面积率足够大,而且编码为0和编码为1嵌入的网点面积率相差较大时,通过阈值设定,能够判断二值编码和字符信息,但这时会对嵌入信息位置的原图质量造成干扰。

4 结论

运用数字分色技术生成四色印版,K版的生成没有一定的标准,主要还是人为地确定K版生成的深度,因此不同的使用者对同一幅图像可能会分出很多

种可能。分色程序的处理速度较快,质量较好,但和 Harlequin RIP 相比,速度和质量还有待于提高,算法有待于优化。信息嵌入过程,速度快,嵌入网点的面积在实现人眼不可察觉的基础上能够满足检测的要求,并且嵌入网点的面积大小可变。信息提取的过程在基于单色的前提下可以快速地检测出,且准确率达到 100%。如果是多色叠印的情况下进行检测,只能通过提高嵌入网点的面积率实现判断二值编码和字符信息,这样会对原稿嵌入信息位置的图像质量造成影响,因此,该程序目前虽然够检测 4 色叠印部分的隐藏信息,但解决多色叠印的信息提取方案有待优化。另外在提高算法处理速度后,可以实现印刷品在线检测防伪信息的功能。该方法为半色调图像的隐藏信息嵌入和提取提出了一种较为实用的解决方案,但后续还要对算法进行改进。

参考文献:

- [1] 刘真,任乐义,杨晟炜. 调幅加网技术在光栅防伪技术中的应用[J]. 包装工程,2011,32(11):91-93.
LIU Zhen, REN Le-yi, YANG Sheng-wei. Application of AM Screening in Grating Anti-counterfeit Technology[J]. Pack-aging Engineering, 2011, 32(11): 91-93.
 - [2] DUAN Jing-hong. An Anti-counterfeiting Method for Printed Image by Digital Halftoning Method[C]. 2012 5th International Congress on Image and Signal Processing, CISP 2012, 2012:562-566.
 - [3] 龚晔,张逸新,刘振,等. 半色调加网防伪应用[J]. 计算机工程与应用,2008,44(22):216-218.
GONG Ye, ZHANG Yi-xin, LIU Zhen, et al. Anti-counterfeiting Application of Halftone Screens[J]. Computer Engineering and Applications, 2008, 44(22): 216-218.
 - [4] HEIDELBERG. An Introduction to Screening Technology [EB/OL]. www.heidelberg.com.
 - [5] YI Xu-mei, CAO Peng. The Shapes of Halftone-AM-dots Based on Information Hiding[C]. Proceedings-2011 International Symposium on Intelligence Information Processing and Trusted Computing, IPTC 2011, 2011:59-62.
 - [6] 问双双,陈广学,刘真. 基于噪声平衡误差扩散的彩色印刷图像防伪研究[J]. 包装工程,2011,32(8):25-27.
WEN Shuang-shuang, CHEN Guang-xue, LIU Zhen. Study of Printed Color Image Anti-counterfeit Based on Noise Balanced Error Diffusion[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(8): 25-27.
-
- (上接第 97 页)
- [2] 朱孝立,陈军宁. 基于 Ronchi 光栅的莫尔条纹函数建模[J]. 系统仿真学报,2010,22(1):12-15.
ZHU Xiao-li, CHEN Jun-ning. Modeling of Moiré Patterns Based on Ronchi Grating[J]. Journal of System Simulation, 2010, 22(1): 12-15.
 - [3] 方靖岳,秦石乔,省书,等. 莫尔条纹法测量微小旋转角度的频域分析[J]. 光子学报,2010,39(4):710-713.
FANG Jing-yue, QIN Shi-qiao, SHENG Shu, et al. Moiré Method, Frequency Domain Analysis of Measuring Small Rotation Angle[J]. Acta Photonica Sinica, 2010, 39(4): 710-713.
 - [4] 孙寅,杨松,瞿茹芸. 扫描半色调图像所产生龟纹的抑制[J]. 包装工程,2007,28(10):108-110.
SUN Yin, YANG Song, QU Ru-yun. Suppression of Moire Patterns in Scanned Halftone Images[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(10): 108-110.
 - [5] 蒋文燕,徐玉香. 多色网点叠印中龟纹的模拟与控制[J]. 包装工程,2010,31(8):93-105.
JIANG Wen-yan, XU Yu-xiang. Simulation and Control of Moire in color Dot Superimposition [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(8): 93-105.
 - [6] 吕孟军,郭琪,吕印晓. 莫尔条纹信号相位误差补偿[J]. 光学精密工程,2009,17(7):1694-1700.
LYU Meng-jun, GUO Qi, LYU Yi-xiao. Signal Phase Error Compensation of Moiré Fringe[J]. Optics and Precision Engineering, 2009, 17(7): 1694-1700.
 - [7] 杨松,唐正宁,瞿茹芸. 彩色阶调网印龟纹现象之探讨[J]. 包装工程,2006,27(5):14-16.
YANG Song, TANG Zheng-ning, QU Ru-yun. Discuss Ion on Moire Phenomena in Color Screen Printing[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(5): 14-16.
 - [8] GUO Ling-hua, ZHANG Mei-yun. Study of Image Analysis Methods Based on Tollennar Equation[J]. Applied Mechanics and Materials, 2011, 12(21-26):1932-1936.
 - [9] 郭凌华,郭新华,谢雨林. 一种测试印刷品加网线数和加网角度的方法:中国,201010140545[P]. 2010-09-01.
GUO Ling-hua, GUO Xin-hua, XIE Yu-lin. The Method of Measuring the Lines and Angles of Products: China, 201010140545[P]. 2010-09-01.