

二维码防伪技术在可变数据印刷中的应用

肖菲菲, 刘 真

(南京林业大学 江苏省制浆造纸科学与技术重点实验室, 南京 210037)

摘要: 分析了二维码的防伪原理, 提出了在可变数据印刷中应用二维码进行防伪的方案, 在完成基于可变数据印刷的二维码的生成和识别实验的基础上, 设计实验比较得出了不同二维码(PDF417 码与 QR 码)的防伪特性的差异。理论分析及实验结果表明, 利用二维码对可变数据印刷进行防伪的方案是可行的, 并且不同二维码的防伪特性存在差异, 在实际应用中可以根据具体的要求选用不同的二维码。

关键词: 可变数据印刷; 二维码; 防伪; PDF417 码; QR 码

中图分类号: TS865; TS853⁺.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)21-0102-04

Application of Anti-counterfeiting Technology Based on Two-dimensional Bar Code in Variable Data Printing

XIAO Fei-fei, LIU Zhen

(Jiangsu Provincial Key Lab of Pulp and Paper Science and Technology, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: The principle of two-dimensional bar code anti-counterfeiting technology was analyzed. A plan of applying two-dimensional code anti-counterfeiting technology in variable-data printing was put forward. On the basis of experiments on generation and recognition of two-dimensional bar code, anti-counterfeiting properties of two different two-dimensional bar codes (PDF417 code and QR code) were obtained and their difference was compared. The theoretical analysis and experiment results showed that anti-counterfeiting technology based on two-dimensional bar code can be used in variable data printing, besides, different two-dimensional bar codes have different anti-counterfeiting properties; different two-dimensional bar code should be selected according to specific requirements.

Key words: variable data printing; two-dimensional bar code; anti-counterfeiting; PDF417 code; QR code

国内印刷行业数字化进程的发展促使数字印刷技术越来越成熟, 可变数据印刷作为其分支亦渐显其生命力, 因此, 对可变数据印刷领域的防伪技术进行研究是大势所趋。二维码用某种特定的几何图形按一定规律在平面(二维方向)分布的图形上记录数据符号信息, 能够以隐含方式存放被防伪对象的信息进行防伪; 并且, 二维码的制作成本较低, 不会增加可变数据印刷的额外成本, 研究利用其在可变数据印刷领域实现防伪有一定的意义^[1]。

基于可变数据印刷的发展现状以及现有防伪技术的相关理论, 对可变数据印刷中利用二维码技术实

现防伪的可行性进行了研究, 在此基础上, 设计实验对不同码制的二维码的(PDF417 码与 QR 码)一些防伪特性进行了比较。这些结论有利于开拓可变数据印刷的市场应用范围, 同时也可作为数字印刷中的防伪研究提供一些理论依据, 积极推动防伪印刷的发展。

1 理论分析

1.1 二维码的分类

根据二维码的编码原理以及结构差异, 二维码可分为堆叠式和矩阵式 2 类^[2]。

收稿日期: 2011-09-08

作者简介: 肖菲菲(1987—), 女, 江苏人, 南京林业大学硕士生, 主攻印刷图文处理。

堆叠式二维条形码建立在一维条形码的基础之上,以线条来组合空间,由多行短截的一维条码堆叠而成。在编码设计、校验原理、识读方式等方面继承了一维条码的一些特点,识读设备及条码印刷与一维条码技术相兼容^[3]。较具代表性的有 PDF417, Codel6K, Code49 等,其中 PDF417 码是目前应用最为广泛的一种码制。

矩阵式二维条码建立在计算机图像处理技术、组合编码原理等基础上,是一种新型的图形符号自动识读处理码制。以点来组合空间,以矩阵的形式组成,在矩阵相应元素位置上用点的出现表示二进制“1”,空的出现表示二进制“0”,由点的排列组合确定代码表示的含义^[4]。具有代表性的矩阵式二维条码有 Data Matrix, Maxi Code, Code One, QR Code 等,其中应用最为广泛的矩阵式二维条码是 QR 码。

1.2 二维码防伪原理分析

二维码采用数学方法,以图形方式存储信息,用特有的图形表达方式,对特定内容的相关信息进行编码,可以用标签或某种附属形式作为商品或有关文书的防伪标识。利用二维码进行防伪,可以使用不同的方法,可以通过读取条码所携带的数据或信息判定被标识物的真假,可以通过对条码的特殊制作,使条码本身也具有防伪性,进而达到对标识物的防伪,也可以是其他方法^[5]。

二维码在防伪领域有一些具体的应用。文献[6—7]中提出了用二维码查询的方法来判断真伪,其具体原理是:将相关信息存于二维条码中,然后将二维条码印制在产品上或者印制成标签作为产品的附加成分,产品持有人在判断商品的真伪时,可以将二维条码拍摄下来,并将图片通过网络传送到指定的服务器,服务器在接收到图片后进行译码并将译出后的信息进行反馈,根据这些反馈回来的信息可以判断真伪。文献[8]提出了利用对二维码进行加密的方法来实现防伪判别,其具体原理是:将一些特征信息进行加密,然后利用密后的信息生成二维码,这种加密后的二维码只能通过专门的识读软件进行识别,根据二维码的识别结果可实现真伪的鉴别。除了上述的应用,二维码技术还可以通过读取它所携带的数据或信息来判定被标识物的真假,比如可以利用二维码存储人的声音、指纹、照片、虹膜、掌纹、签名等各种身份识别信息,使用时可以通过读取这些信息很容易地识别是否为本人使用,这样也可以达到直观的防伪效果。

2 实验

2.1 内容及步骤

2.1.1 利用 Photoshop 软件制作静态模版

利用 Photoshop 软件,新建 90 mm×52 mm 的文档,设计暑期学生临时出入证的背景图片作为实验的静态模版,存储为 PDF 格式,见图 1。



图 1 可变数据印刷的静态模版

Fig. 1 Static template of variable data printing

2.1.2 对给定的信息进行编码

分别用 PDF417 码和 QR 码编码软件将部分可变信息及一些额外信息转成二维码图像,见图 2。



图 2 二维码的图像

Fig. 2 Image of two-dimensional code

2.1.3 为所有可变信息建立简单的数据库

数据库以电子格式存储文本、图像等可变元素的信息,为可变数据组织有用的数据。实验可变数据的内容为:学号、姓名、宿舍号以及相应的二维码,实验可变数据印刷的数据库文件见表 1。

2.1.4 利用软件进行二维码的识别

利用 Atlas PrintShop Mail 软件将最终的可变数据印刷文件进行输出,并利用 PDF417 码以及 QR 码的解码软件对输出的可变数据印刷文件上的二维码进行识别。这里,以 QR 码为对象进行说明,PDF417 码的实验过程与 QR 码相同,其具体步骤包括:①打开

表 1 可变数据印刷的数据库

Tab.1 Database of variable data printing

学号	姓名	宿舍号	PDF417 码图像	QR 码图像
070206218	严锋	13—323		
070206219	杨军	13—323		
070206221	易青	6—626		
070206226	周光芳	6—626		

PrintShop Mail 软件,选择“文件—新建—基于 PDF 的文档”,打开设计好的静态模板;②将建立的数据库文件直接拖动到 PrintShop Mail 中或选择“数据库—打开”,实现数据库与文档的链接;③在需要包含文本变量信息的位置拖出文本框,双击变量图像框分别输入“@学号@”和“@姓名@”、“@宿舍@”(其中@为变量定界字符,在@之外的文字将以静态文本显示),然后按键盘上的“Alt”+左右键,就可看到文本呈可变状态;④在需要包含图像变量信息(这里就是指二维码)的位置拖出图像框,完成可变图像的置入,置入所有可变信息后的可变数据印刷文件的预览效果见图 3;⑤将最终的可变数据印刷文件利用 Epson 7880



图 3 置入所有可变信息后的可变数据印刷文件

Fig.3 Variable data printing file with all variable contents

输出;⑥将输出的可变数据印刷稿进行扫描输入,用 QR 码解码软件对图像中二维码图像区域的信息进行识别,验证其防伪效果。

2.1.5 PDF417 码和 QR 码被准确识别的能力

2.1.5.1 比较污损后 2 种二维码的识别情况

1) 对 PDF417 码进行污损处理,处理效果见图



图 4 PDF417 污损处理的效果

Fig.4 Image of fouling processing on PDF417

4。当 PDF417 码受到污染(左层指示符污染、数据区域污染、终止符污染)时,能被正常识别;当 PDF417 码的内容丢失(图数据区域缺失、其他区域缺失)时,则不能被正常识别。

2) 对 QR 码进行污损处理,处理效果见图 5。当



图 5 QR 码污损处理的效果

Fig.5 Image of fouling processing on QR

QR 码的位置探测图形区域受到(位置探测图形区域缺失、位置探测图形区域污染)污损后,不能被正常识别;当 QR 码的非位置探测图形区域受到污损(中间区域缺失、右下角区域缺失、非探测图形区域污损)后,仍能被正常识别。

2.1.5.2 改变二维码图像的方向后再进行识别

1) 将 PDF417 码分别向顺时针旋转 45°,90°之后再进行识别,不能被正常识别。

2) 将 QR 码分别顺时针旋转 45°,90°,180°之后再进行识别,均能被正常识别。

2.2 实验结果

1) 实验的成功实施证实基于可变数据印刷的二维码防伪方案是可行的。

2) 实验结果表明不同编码方式下二维码的防伪特性是有差异的,PDF417 码与 QR 码的防伪性能差异见表 2。

表 2 PDF417 码与 QR 码的防伪性能差异

Tab.2 Difference of anti-counterfeiting properties between PDF417 and QR

技术指标	PDF417 码	QR 码
抗污损能力	PDF417 码遭到污损(非大面积信息丢失)时可借助直线特征的相互关系推测出图形区域和大致结构。抗污损性能优于 QR 码。	QR 码的位置探测图形一旦有污损,就会失去特有的模式特征,导致无法识别。
多方位识读	PDF417 码是由一维条码截短堆积而成,不能实现全方位识读。	QR 码具有全方位(360°)识读的特点,优于 PDF417 码等层叠式二维条码。

3 结果分析

3.1 可行性分析

以“暑期学生临时出入证”为例进行了可变数据印刷的实验,在实验中,可变数据包括学生的学号、姓名以及宿舍号等信息,二维码编码软件利用这些可变信息生成相应的二维码图像,这时,二维码图像本身也作为可变数据,与其他可变数据一起形成一份可变数据文件。这样,每个学生应该持有自己那份唯一的与自己身份对应的证件,当学生持有自己的“暑期学生临时出入证”进入宿舍时,宿舍管理员可以用对二维码进行扫描解码,如果被扫描证件上的二维码图像能够被识别并且扫描的结果与证件上的明文信息符合,那么证明学生所持证件为真,否则为假,这样就达到了防伪的目的。这个实验也证明了将二维码防伪技术用到可变数据印刷中(如本文中的证件印刷)是完全可行的。

3.2 防伪特性分析

二维码防伪用于可变数据印刷中除了具有一定的可行性,还有一些防伪特性,主要包括以下几个。

- 1) 可靠性。制假者无法窃取防伪码,更无法仿冒防伪码的生产方法。
- 2) 唯一性。每件产品只有唯一防伪码与之对应,具有唯一性^[9]。

3) 稳定性。二维条码的信息不能被改写,可防止信息被篡改,且二维码在受到一定污损时仍可以识读,稳定性较高,防伪寿命长。

4) 延展性。二维码除防伪以外还可以携带其他信息,相比于其他的防伪方法具有较大的延展性。

5) 可行性。二维码制作成本低廉,且不可被批量伪造,研究利用其在可变数据印刷领域实现防伪有较强的可行性^[10]。

当然,不同的二维码在一些防伪特性上存在一定的差异,关于 PDF417 码和 QR 码的部分防伪特性的差异可以参照表 2。

3.3 不足性分析

实验中,限于现有的二维码编解码软件,所生成的二维码仅仅是对文本信息进行了编码,没有对图像进行编码,如果能将持卡人的照片编入二维码中,防伪效果会更好;另外,二维码本身虽具备一定的防伪功能,但是其本身的防伪性能不是特别出色,但如果在编码过过程中结合密码防伪算法、软件加密算法,或者与其他防伪方法结合,就可以大大提高条码的防伪性^[10]。笔者使用的是一些已有的二维码编解码软件来完成了对二维码的生成和识别,有一定的功能限制,今后如果能自行编程实现,将能更好地实现二维码的防伪功能。

4 结论

分析了二维码的防伪原理,在实验的基础上完成了基于可变数据印刷的二维码的生成和识别,把二者有机地结合起来。在实验中,首先利用二维码编码软件将可变信息经编码软件生成二维码图像;再利用可变数据软件将静态信息和可变信息(包括可变文本和二维码图像)链接,获得可变数据印刷文件并输出,将输出的可变数据印刷稿进行扫描输入;最后用相应的二维码解码软件对二维码进行识别。在此实验的基础上,设计相关实验证明了不同编码方式下二维码的防伪特性是有差异的。

理论分析和实验验证表明可变数据印刷的基础上利用二维条码技术进行防伪印刷是可行的,并且,在实际应用中,结合不同编码方式下的二维码的防伪特性,根据实际情况来选择合适的防伪方案。

于参数估计。训练样本色块包括 2 种梯尺:一种是单色梯尺,其数字驱动值从 0 到 255 取 17 个值;另一种是三色梯尺,其中一种颜色的数字驱动值对应于单色梯尺从 0~255 取 17 个值,另外 2 种颜色的数字驱动值为常量。第 2 种是测试样本,包含 125 个色块,其 c, m, y 的数字驱动值分别取自于 $\{0, 64, 128, 192, 255\}$,用于验证模型精度。采用 X=Rite SP62 测量样本色块在 400~700 nm 之间的光谱反射率,以 20 nm 为光谱间隔,取 16 个波段采样点的反射率。根据模型原理和计算所得参数值,通过测试样本来验证该模型。比较每个色块预测计算得出的光谱数据与实际测量得出的光谱数据,并求出 2 组数据的根均方差 RMSE。通过上述方法对模型的可行性与有效性作出评价,最后验证结果见表 1,可以看出采用传统最

表 1 125 个色块的根均方误差的平均值、最大值和最小值

Tab.1 Average, maximum, and minimum of RMSE of 125 color blocks

	LS 估计	Huber 估计	IGG 估计
平均值	0.049 7	0.025 6	0.019 8
最大值	0.098 8	0.031 9	0.024 0
最小值	0.022 2	0.018 4	0.015 3

小二乘法(LS)计算,其光谱预测值容易受到误差的影响且其光谱预测精度低于采用抗差最小二乘法(RLS)计算所得到的;而采用抗差估计方法能取得比较令人满意的结果,并且其中采用 IGG 法比采用 Huber 法的光谱预测精度更为稳定,抗差性更好。

4 结论

研究了采用抗差最小二乘法和光谱 Neugebauer

模型进行彩色打印机颜色特征化的问题。通过对比抗差最小二乘法与传统最小二乘法的计算结果,得到将抗差理论引入到光谱 Neugebauer 模型的参数估计当中,其光谱模型的预测精度要比采用传统最小二乘法的光谱模型的预测精度更高且更为稳定。

参考文献:

[1] BALASUBRAMANIAN R. Optimization of the Spectral Neugebauer Model for Printer Characterization[J]. J Electron Imaging, 1999, 8(2):156-166.

[2] XIA Ming-hui, SABER E, SHARMA G, et al. End-to-end Color Printer Calibration by Total Least Squares Regression [J]. IEEE Trans Image Process, 1999, 8(5):700-716.

[3] BALASUBRAMANIAN R. The Use of Spectral Regression in Modeling Halftone Color Printers [C]. in Proc IS&T/OSA Annual Conference, Optics&Imaging in the Information Age, Rochester, NY, 1996:372-375.

[4] LANA C, ROTEA M, VIASSOLO D. Robust Estimation Algorithm for Spectral Neugebauer Models[J]. Journal of Electronic Imaging, 2005, 14(1):1-10.

[5] URBAN P, GRIGAT Rolf-rainer. Spectral-based Color Separation Using Linear Regression Iteration[J]. Color Research and Application, 2006, 31:229-238.

[6] WYBLE D R, BERNS R S. A Critical Review of Spectral Models Applied to Binary Color Printing[J]. Color Research and Application, 2000, 25(1):4-19.

[7] 胡成发. 印刷色彩与色度学[M]. 北京:印刷工业出版社, 1993.

[8] 周江文, 杨元喜, 黄幼才. 抗差最小二乘法[M]. 武汉:华中理工大学出版社, 1997.

[9] 杜艳君, 张逸新. 经典色彩呈色模型[J]. 包装工程, 2006, 27(2):99-101.

(上接第 105 页)

参考文献:

[1] 肖朝晖, 纪钢. 条码技术及其在包装防伪中的应用[J]. 包装工程, 2005, 26(3):68-70.

[2] 张玲, 胡东红, 孔华锋, 等. 二维码码图结构特性分析[J]. 湖北大学学报(自然科学版), 2004, 26(3):226-231.

[3] 宋卫海, 宋士银. 二维条码 PDF417 码技术的应用及发展前景[J]. 山东轻工学院院报, 2001, 15(3):19-24.

[4] 周利红, 刘书家. QR 码图像处理和解码方法研究[J]. 北京工商大学学报(自然科学版), 2008, 26(1):63-66.

[5] 梁治寇. 条码:防伪多面手[J]. 中国防伪报道, 2009(2):12-16.

[6] 冯峻峰, 侯德鹏, 刘承仆. 二维条码防伪查询中的应用[J]. 企业标准化, 2006(6):24-25.

[7] 何绘宇, 何建新. 二维码在证书防伪中的应用研究[J]. 中国计量, 2008(12):43.

[8] 徐仁艳. 探讨银行凭证加载防伪二维码[J]. 金融会计, 2010(7):38-40.

[9] 薛蓬, 王达娅. 二维条码在商品防伪上的应用[J]. 科技信息, 2009(33):427.

[10] 黄颖为, 龚小超. 二维条码技术及其在防伪中的应用[J]. 中国品牌与防伪, 2007(7):60-63.