

图像复制中 GCR 与 UCR 适用性的研究

王琪^{1,2}, 许昌¹, 张琳¹

(1. 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; 2. 河南工程学院, 郑州 451191)

摘要: 设计了用于图像复制的色标图原稿, 对该原稿分别进行 GCR 与 UCR 分色后进行输出。分析了不同分色方式下图像密度、色彩饱和度及中性灰的复制特点, 比较了不同类型黑版对于阶调层次、色彩及灰平衡的适用性。结果表明: GCR 更适合处理暗调图像, 有助于改善图像灰平衡, 但会损失色彩密度及饱和度; UCR 有利于色彩密度和色度的良好再现, 但会损失图像的反差和灰平衡效应。

关键词: GCR; UCR; 黑版; 饱和度; 阶调层次; 中性灰平衡

中图分类号: TS801.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)11-0085-04

Research on Applicability of GCR and UCR in Image Reproduction

WANG Qi^{1,2}, XU Chang¹, ZHANG Lin¹

(1. Jiangsu Provincial Key Lab of Pulp and Paper Science and Technology, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. Henan Institute of Engineering, Zhengzhou 451191, China)

Abstract: Color bar original for image reproduction was designed and printed respectively after GCR and UCR color separation. The reproduction feature of different color separation methods was analyzed from density, saturation and neutral grey. The applicability of different type black plates was compared on tone, color and gray balance. The result showed that GCR is more suitable for processing dark tone image, and is favorable to gray balance of image, but likely to lose density and saturation of color; UCR is conducive to the reproduction of density and saturation, but likely to lose contrast and gray balance of image.

Key words: GCR; UCR; black plate; saturation; tone and level; neutral gray balance

在彩色印刷中, 由于 C, M, Y 油墨的自身缺陷和实际印刷条件的不理想, 使图像的颜色和阶调复制受到一定影响, 如图像反差小, 暗调部位密度不够, 中性灰部分出现偏色等^[1]。实际印刷是通过增加黑版的方式来弥补这些缺陷, 提高印刷质量。不同类型的黑版对图像的作用不尽相同, 因此需要针对不同特征的图像选择合适的黑版类型及黑版生成量, 以得到最佳的复制效果。笔者对 UCR 和 GCR 对图像质量的影响进行了分析比较, 并针对图像阶调及色彩等特征研究不同类型黑版的适用性。

1 黑版属性与设置

常见黑版类型主要有 2 种: 灰成分替代(GCR)和

底色去除(UCR)。GCR 是将黑版作为主要印版, 把图像原稿中 C, M, Y 三原色叠印形成的灰色成分全部或部分去除, 以黑墨代替的方法^[3], 在整个阶调范围内发挥作用, 且不对颜色饱和度进行区分; UCR 是将彩色图像中暗调区域的三原色油墨叠加成的灰色部分去除, 以相应的黑色油墨代替的技术^[2], 其去除范围从图像的中间调到暗调, 去除量随颜色饱和度的升高而减少。黑版按作用范围的长短可以分为长调、中调和短调 3 类, UCR 属于短调黑版, GCR 应用的阶调范围比 UCR 要长, 因而属长调黑版^[4]。在分色时, 应根据原稿的特征和印刷条件, 有针对性地设置黑版种类。

目前的彩色桌面出版系统有单独的黑版设置及调节功能, 用户可以根据复制的需要, 任意调整“黑版

收稿日期: 2011-04-11

基金项目: 河南省 2009 年科技发展计划项目(092102210213)

作者简介: 王琪(1971—), 女, 河南上蔡人, 硕士, 南京林业大学副教授, 主要从事数字印前及色彩控制技术的教学及研究工作。

生成”中的各项参数,改变黑版曲线的形状,以满足各类原稿复制对黑版的要求。Photoshop 软件“自定 CMYK”的“分色选项”就提供了黑版参数设置功能,见图 1。

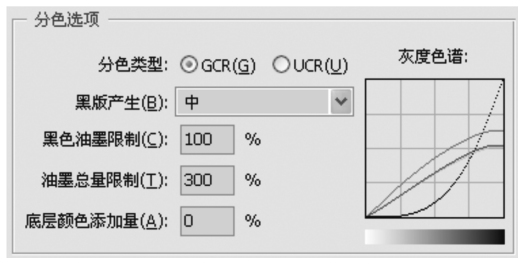


图 1 Photoshop 中的黑版设置

Fig. 1 Black plate setting in Photoshop

选择黑版的类型应该根据具体情况而定,UCR 常用于非涂料纸或新闻纸印刷,GCR 是铜版纸印刷时分色模式的缺省选项^[5]。选项用 GCR 黑版生成方式时,还需要选择黑版替代量及墨量限制,当黑版产生量较小时,黑版的作用不强;当黑版产生量为“最大值”时,彩墨达到最小用量,难以实现丰富的阶调层次和鲜艳的色彩,因此这 2 类选项在实际生产中很少使用^[6]。因此,着重分析 UCR 和 GCR 黑版产生量为“较多”时,图像再现效果特性及差异,从而探讨在不同黑版类型下,呈色效果及阶调再现的适用性。

2 实验

2.1 样条的设计

在 Photoshop 中设计实验用色标见图 2。色标由

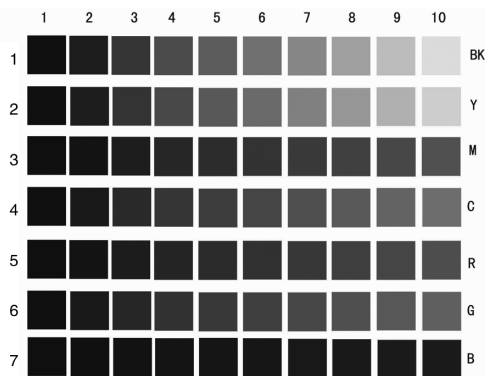


图 2 实验用色标

Fig. 2 The color bar diagram

7 组样条构成,每组样条又包括 10 个色块,第 1 组样

条是三色叠加得到的不同灰色块,2~7 组样条的主色相依次为 Y,M,C,R,G,B;所有样条中的色块 1 都是由 100% C+100% M+100% Y 形成的三色黑;样条 1 中的色块 2 由 90% C+90% M+90% Y 构成,依次类推,色块 10 的原色比例为 10% C+10% M+10% Y;样条 2~7 中的色块都是由一定比例的 Y,M,C 组合成色,样条中从 1 到 10 的各色块,主色相的颜色比例始终保持 100%,而其他两色(主色相为一次色时)或一色(主色相为二次色时)的比例按 10% 依次递减。例如第 2 组样条中第 10 个色块的油墨组成为 10% C+10% M+100% Y,而第 5 组样条中第 8 个色块的油墨组成为 30% C+100% M+100% Y。按照此方式设计的色块都包含 Y,M,C 三色叠加的灰,且灰的比例按色块 1~10 的顺序由 100% 依次递减到 10%。对此色标分色时,黑版类型不同,替代的量和范围也会不同。

2.2 条件及步骤

用 Photoshop CS2 作为测试样条的设计软件,选取 Epson PRO 7880c 喷墨打印机作为输出设备,通过 Babel Color CT&A 组合 Eye-one Pro 测色仪完成数据测量。实验材料用 Epson 原装油墨和彩坤 127 g/m² 打样纸。

通过 Photoshop 打开设计好的色标图,在“编辑”菜单下的“颜色设置”选项中选择“自定义 CMYK”。选择 GCR 分色,采用 SWOP(Coated)油墨纸张组合,黑版产生量为较多,网点扩大值为标准,黑墨量限制为 100%,油墨总量限制为 300%^[7],存储该特性文件并命名为“GCR 较多”。再以同样的方法及相对应的参数设置 UCR 分色,存储该特性文件并命名为“UCR”。对色标图原稿分别嵌入特性文件“GCR 较多”和“UCR”,在 CMYK 模式下,用 Epson PRO 7880c 喷墨打印机输出各自所对应的色标图样张。待输出样张充分干燥后,启动 Babel Color CT&A 软件,校正 Eye-one,对两样张中的色块分别进行数据测量。

3 结果与讨论

3.1 黑版墨量的差别

在 Photoshop 中对色标原稿(图 2)分别采用 GCR“较多”和 UCR 分色,所生成的黑版见图 3。

针对同一原稿,GCR“较多”对彩色油墨的替代量

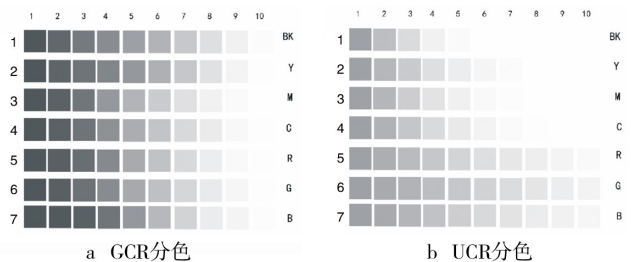


图3 GCR 和 UCR 分色后的黑版墨量对比

Fig. 3 Comparison on ink amount of black plate after GCR and UCR color separation

与 UCR 有明显差别,特别是对于暗调部分,GCR 分色后黑墨用量比 UCR 要多,相应的彩色油墨的用量则较少。由于 UCR 属于短调黑版,因此在一次色的亮调部分没有黑墨用量,而对于二次色的部分,黑版的范围则包括所有区域。由于在图 3b 中 8,9,10 色块部分,二次色的总墨量是大于一次色的,从油墨量的角度来说,R,G,B 3 个样条所对应的 8,9,10 色块属于中间调而非亮调,因此,就会有黑版替代量。而当 GCR 分色采用“中”或“较少”时,原先的长调黑版则会向中调甚至短调转化,即黑版在亮调体现很少或不再起作用,以至于其分色的结果与 UCR 比较接近。因此,只对 GCR“较多”与 UCR 效果进行比较。

3.2 色块密度对比

采用 GCR 较多和 UCR 黑版工艺后,色块密度见图 4,第 1~7 组曲线分别与样条 1~7 相对应。

采用 UCR 工艺实现的暗调密度普遍高于 GCR 密度,这是由于在 UCR 分色条件下,暗调油墨总量大于 GCR“较多”的缘故。较高的暗调密度有利于实现较大的动态范围和丰富的图像层次,因此,高反差图像的印刷,采用 UCR 方式优于 GCR。从颜色角度分析,色标中 2,3,5 样条(Y,M,R)的中间调部分(第 4

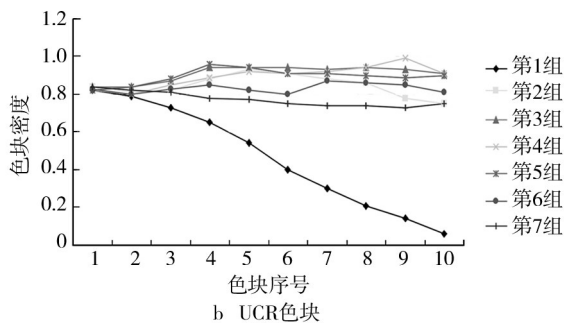
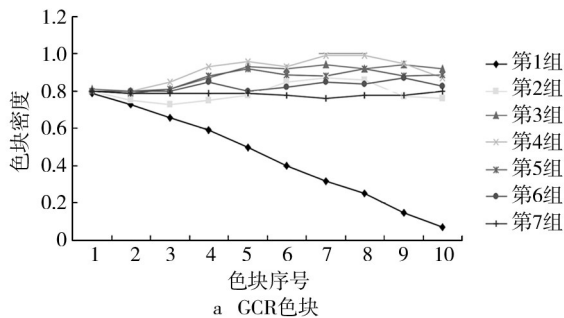


图4 GCR 和 UCR 分色后的色块密度

Fig. 4 Color bar density after GCR and UCR color separation

~7 列色块),UCR 分色的密度几乎都大于 GCR 分色的密度;色标中 4,7 样条中间调区域的色块,则表现为 UCR 密度小于 GCR 密度。如果仅从密度角度分析:UCR 较适合于暖色调的复制,而 GCR 更适合于冷色调的复制;对于中间调图像,黑版类型的选择应视画面主色调而定;对于亮调部分的色块,不同黑版方式对其密度及色彩效应无明显影响。

3.3 饱和度再现

分别测出 GCR“较多”和 UCR 分色输出色标图中各色块的 a, b 值,代入饱和度公式 $C_{ab} = \sqrt{a^2 + b^2}$ 中^[8],得到各色块的饱和度值见表 1 和 2(第 1 组样条除外)。

表 1 GCR 色块的饱和度

Tab. 1 The saturation of GCR color bar

样条 序号	GCR 色块序号										条平均值
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2	2.16	1.68	8.29	17.56	28.81	43.8	54.75	62.43	61.97	68.04	27.47
3	2.51	9.10	19.40	34.29	45.43	49.16	51.53	52.33	56.39	56.75	37.69
4	2.75	5.35	12.96	25.59	34.97	38.23	45.92	49.78	50.54	49.15	31.51
5	2.08	6.13	16.13	31.57	44.83	47.89	49.23	52.33	54.54	56.24	36.10
6	2.54	4.06	10.85	22.79	32.24	40.54	46.59	48.29	49.90	49.29	30.71
7	2.67	4.42	8.58	15.12	23.23	27.53	31.09	34.49	37.96	41.58	26.67
块平均值	2.45	5.12	12.70	24.48	34.92	41.19	46.51	49.94	51.88	53.50	32.27

表 2 UCR 色块的饱和度

Tab.2 The saturation of UCR color bar

样条 序号	UCR 色块序号										条平均值
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2	9.02	5.98	12.83	25.71	38.03	47.64	54.77	61.07	62.69	68.43	38.61
3	10.01	18.81	30.36	41.62	44.96	47.27	48.09	50.64	52.44	53.91	39.80
4	8.78	6.62	12.42	20.58	27.60	33.92	40.04	46.16	52.04	51.05	29.90
5	8.37	14.51	24.93	37.39	43.39	45.79	48.52	50.06	51.77	53.78	37.85
6	9.43	2.06	10.56	22.08	29.84	35.98	46.53	49.25	49.69	49.67	30.51
7	9.28	13.77	18.11	24.09	29.79	34.58	36.86	38.82	39.44	40.08	27.55
块平均值	9.15	10.29	18.20	28.58	35.60	40.86	45.80	49.33	51.34	52.82	34.20

从阶调的角度分析表中数据: UCR 分色时色彩饱和度总体高于 GCR,且越趋于暗调,饱和度差别越大,越趋于亮调,差别越小。出现这种现象的原因是 UCR 分色工艺使用彩墨的量大于 GCR“较多”,从而可实现较大的印刷饱和度;对于亮调部分,由于本身黑版量少的缘故,因此饱和度差别不十分明显。较大的饱和度对色彩再现是有利的,但对于复制黑色却是不利的,比较表 1 和 2 中的色块 1 系列数据,UCR 方式的饱和度值远大于 GCR,说明 UCR 分色复制出的黑色存在较突出的偏彩色的倾向,中性灰质量较差。

从色彩的角度分析表中数据:一次色中的 Y(样条 2)和 M(样条 3)及二次色中的 R(样条 5)所对应的样条,其平均饱和度为 UCR 大于 GCR;一次色中的 C(样条 4)的平均饱和度则为 UCR 小于 GCR,其他 2 种二次色 G(样条 6)和 B(样条 7)饱和度的平均值较为接近。造成上述现象的原因应该与油墨属性有关,三原色油墨在实现灰平衡时 M 与 Y 的用量近似相等,而 C 油墨用量需大于 M 与 Y 用量(中间调部分网点百分比需高出 8%),才能得到准确的中性灰,进而才能复制出准确的彩色。从这个意义上分析,Y 和 M 油墨具有相似性质,C 油墨与它们存在一定差别。因此,一次色中的 Y 和 M 及由它们复合得到的二次色 R,会出现 UCR 饱和度大于 GCR 饱和度的结果,而性能较特殊的一次色 C 则因未得到灰平衡增量,墨量不足,从而造成饱和度受到削弱。对于二次色 G(Y+C)和 B(M+C),其色彩再现既与 Y,M 有关,又与 C 有关,有一定的中和作用,因此二者饱和度较为接近。

3.4 灰平衡效果

黑版除了能节省彩墨、提高生产效率外,其功能还体现在对中性灰的调控上。GCR 和 UCR 均可以

稳定图像中性灰平衡,GCR 在全阶调范围内用单黑油墨替代三原色彩墨,而 UCR 只是对中暗调彩墨实施部分去除,因此,总体上 GCR 中性灰平衡的作用更加显著。由于 GCR 的去除量有多种方式,因此其对于灰平衡的作用还与工艺实现过程中彩墨的去除量有关。当分色时选择 GCR“较多”时,在暗调区域彩墨去除范围大,量也多,有利于改善中性灰平衡;随着 GCR 去除量的逐渐减少,其骨架黑版的特性越来越接近于 UCR,对图像灰平衡调节作用会减弱。相对于 GCR 来说,UCR 的作用范围相对固定,主要对暗调灰平衡进行控制,以实现较好的暗调层次。

4 结论

1) 使用 GCR 技术时会在较宽的色域范围内使用黑墨,因此更适合于处理深暗、浓厚的暗调图像,有助于保持灰度平衡;GCR 分色时,如选择黑版量为“较多”或“最大量”时,会明显损失颜色密度及饱和度,不宜复制浓艳厚重色彩,如以人物、风景为主体的油画原稿或其它鲜艳色彩的原稿。因此,可根据原稿特性适当选择 GCR。

2) UCR 分色只作用于饱和度要求相对较低的暗调部分,对图像亮调及中间调部分的色彩饱和度的再现不产生影响,因此有利于色彩密度和色度的再现;当图像暗调部分是黑或中性灰时,UCR 分色会因彩墨的存在造成暗调偏彩色的现象,会损失图像的反差和灰平衡效应。

黑版的应用制约着图像阶调层次及色彩的再现,黑版的生成方式有很多种,要根据原稿特征,合理地选择相匹配的黑版特性,才能达到最佳图像复制效果。

(下转第 99 页)

针对噪声攻击,本水印算法噪声的鲁棒性一般,且对于椒盐噪声的鲁棒性要好于对高斯噪声的鲁棒性。针对 JPEG 压缩攻击,随着图像品质逐渐下降,而提取到的水印图像质量也逐渐下降。当图像品质大于 8 时,提取到的水印质量较好,当图像品质小于 8 时,水印图像才开始变得模糊。因此,本算法对图像的 JPEG 压缩具有较好的鲁棒性。

3 结论

提出了一种优化的基于 DWT 的抗打印扫描的数字水印算法。这种数字水印算法将小波系数根据大小进行分类,分成了低频系数、中频系数和高频系数,根据人眼对这 3 种不同系数的不同敏感度,加入不同强度的水印信息,在单子带中实现了水印信息多次重复嵌入的过程。而在水印提取的过程中,增加了扫描图像的预处理过程,大大的提高了水印信息的正确性和有效性。经实验证明,该算法针对各种不同内容的图像均具有较好的不可见性,针对剪切攻击、噪声攻击和 JPEG 压缩攻击具有较好的鲁棒性。本文提出的水印算法,相对于其他多子带嵌入的水印算法,能够保持更好的不可见性,同时对不同大小的小波系数采用不同强度的水印信息,在保证不可见性的前提下,使水印具有了较好的鲁棒性。

此水印算法可应用于印刷输出的图像上,一方面将数字水印技术应用到了实际,而不仅仅是通过 Matlab 模拟仿真进行电子稿的提取,因此对于数字水印防伪技术的实用性研究具有一定的意义;另一方面,可以将作者的版权信息作为水印信息隐藏到图像中,为数字媒体作品增加了一定的防伪性。但是,仍

然要不断的提出新的理念、新的想法,来解决打印扫描问题造成的图像失真,引起水印信息丢失和破坏的问题,才能真正将数字水印防伪技术应用到实际中去。

参考文献:

- [1] 邹玉蓉. 数字图像水印技术及应用研究[D]. 上海: 同济大学, 2007.
- [2] 陈芳. 数字水印在印刷品防伪中的应用研究[D]. 西安: 西北大学, 2006.
- [3] 许文丽. 基于版权保护的图像数字水印研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2007.
- [4] 郑彩虹. 数字水印技术的应用和发展[J]. 广西轻工业, 2009(1): 77-78.
- [5] 吕建勋, 贾世杰. 基于图像的数字水印技术[J]. 计算机技术与发展, 2009(2): 174-175.
- [6] 胡裕峰. 图像变换域的数字水印技术研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2009.
- [7] 王国明, 侯整风. 基于离散余弦变换的数字水印算法[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(21): 5635-5637.
- [8] 胡国仁. 基于小波变换域的数字图像水印算法研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2007.
- [9] 田瑞卿, 何泉, 王彦敏. 一种傅里叶域图像数字水印方案的研究[J]. 北京石油化学工业学院学报, 2006, 14(1): 1-4.
- [10] 董虎胜. 彩色图像灰度级数字水印算法设计与实现[D]. 苏州: 苏州大学, 2009.
- [11] 常竞, 王玲. 一种颜色分量选取方案在彩色图像数字水印中的应用[J]. 计算机应用于软件, 2009(3): 255-257.

(上接第 88 页)

参考文献:

- [1] 刘筱霞, 丁毅. 黑版阶调的设定与印品质量[J]. 包装工程, 2003, 24(4): 23-25.
- [2] FIELD Gary G. Color Variability Associated with Printing GCR Color Separations[C]. TAGA, 1986.
- [3] 廉洁. 正确理解合理使用底色去除[J]. 广东印刷, 2004(2): 17-18.
- [4] 廉洁. 黑版的制作与应用[J]. 印刷世界, 2002(1): 14-16.
- [5] 刘筱霞. Photoshop 中的非彩色结构[J]. 包装工程, 2000, 21(6): 42-44.
- [6] 刘浩学. 印刷色彩学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2008.
- [7] 殷幼芳. 正确选择和设置分色模式中的 GCR 和 UCR[J]. 今日印刷, 1999(1): 81-84.
- [8] 刘浩学. CIE 均匀颜色空间与色差公式的应用[J]. 北京印刷学院学报, 2003, 11(6): 4-6.