

用标记法压缩色域

Kurt Muenger¹ 朱元泓² 司连法²

(1 瑞士联邦材料检测与研究实验室, Lerchenfeldstrasse 5, CH-9014 St.Gallen, 瑞士)

(2 武汉大学新闻与传播学院, 武汉市珞珈山, 430072)

摘要:提出了一种新的色域压缩方法。用此种方法不仅能将超色域颜色压缩到目标设备的色域内,使色域内大部分颜色保持不变,而且能保证被压缩图像部分的灰色级不受损失;提出了判断超色域的检测方法。试验证明,使用该检测方法处理的图像的超色域与用 Photoshop 中的色域警告处理的超色域非常相似。

关键词:标记法;灰色级;超色域;色域压缩

中图法分类号: P288.2; TP751

目前使用较多的色彩管理系统有阿克发公司的 ColorTune, 苹果公司的 ColorSync, 用于 Photo CD 的柯达色彩管理系统, Gretag/Logo 公司的 ProfileMaker 以及 ICC Profile 色彩管理系统。每一色彩管理系统都有自己不同的色域压缩方法。从色域压缩效果来看,这些方法可以归纳为以下 4 种。

1) 视觉保持法。这种方法将原设备色域压缩到目标设备色域,使得图像中的所有颜色都发生变化,亦即位于目标色域内的颜色也被压缩。其优点是,压缩前后的颜色在视觉上基本保持相同。

2) 饱和度优先法。这种色域压缩方法可保持图像颜色的饱和度压缩前后不变,但是色相发生了变化。

3) 绝对色度法。该方法准确按照色度值实现压缩,因此失去了图像视觉关系。该方法在图像处理中很少使用。

4) 相对色度法。采用这种方法进行颜色空间映射时,位于目标设备颜色空间之外的颜色被替换成目标设备颜色空间中色度值与它尽可能接近的颜色,位于目标设备颜色空间之内的颜色将不受影响。但是这种方法可能引起原图像上两种不同的颜色经过转换后,在复制图像上呈现相同的颜色。

1 超色域颜色的灰色级

如上所述,每种色域压缩法都有其优点和缺点,特别是它们都没有对超色域颜色的灰色级给予足够的重视。本文所研究的方法能很好地保持超色域压缩后的灰色级。此种方法的总体考虑如下。

一幅图像上的像素可分为两类:相对于目标设备的颜色空间而言,图像上的像素颜色位于目标设备颜色空间内的叫色域内像素,位于目标设备颜色空间以外的叫超色域像素。所有超色域像素构成的区域称为超色域。图像复制时必须将超色域像素的颜色压缩到目标设备的颜色空间之内。本文的目的是不仅要使超色域颜色压缩到目标设备的色域内,而且要保证被压缩的色域内的灰色级不受损失。为了达到这个目的,笔者在目标色域的内部边缘确定一个区域,称之为过渡区域(见图 1)。超色域像素的颜色经过压缩后都将

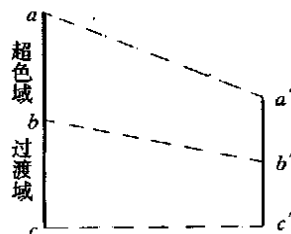


图 1 色域压缩示意

Fig. 1 Diagram of Gamut Compression

按比例位于过渡区域内,而且必须将超色域和过渡区域作为一个整体考虑,一起压缩到过渡区域内。这样不仅保证了压缩前后的灰色级相似,而且可以避免色值的逆转。

2 标记法

在解释标记法之前,首先作一规定:把超色域像素看作 1,色域内像素看成 0,这样整个图像可以看成一幅二值图像(图 2(a))。对于二值图像可以定义连接成份,对于相同连结成份的所有像素分配相同的标号,对于不同的连接成份分配不同的标号,将这种操作方法叫作标记法。对一幅图像作标记的方法可用顺序扫描与并型传播相结合的操作,这与二进制图像的识别相似。标记算法^[1]结束,得到标记后的图像,见图 2(b)。

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0	0 a a 0 0 0 b b 0 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0	0 a 0 0 0 0 0 b b 0 0 0 0 0 0
0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 c 0 0 0 0 0 b b b b b
0 0 1 1 1 1 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1	0 0 c c c c c 0 0 b 0 0
0 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0 0 1 0 0 1	0 c c 0 0 0 c 0 b 0 0
0 1 0 0 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 0	0 c 0 0 d 0 c c 0 b b 0
0 0 1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 1 0 1 0	0 0 c 0 d 0 c c 0 0 b 0
0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 1 0	0 0 c 0 0 0 0 c c 0 b 0
0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 1 0 1 0 1 0	0 0 c c c c c c 0 0 b 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

(a) 标记前 (b) 标记后

图 2 标记前后的二进制图像

Fig. 2 Binary Image before and after Tagging

3 过渡区域的确定和色域压缩

在每一连接成份中(如标有 A 的区域)找出最大亮度值和所有超色域的最大亮度值。为此可以采用以下公式^[2]计算像素亮度值:

$$L = 116 \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - 16, \frac{Y}{Y_0} > 0.008 856$$

$$L = 903.3 \left(\frac{Y}{Y_0} \right), \frac{Y}{Y_0} < 0.008 856$$

式中, L 为亮度值; Y 为像素的 CIEXYZ 刺激值; Y₀ 为标准光源 D65 的刺激值。

通过统计找到每一连接成份的最大亮度值(L_A, L_B, L_C, ...)和整个图像非零标记像素的最大亮度值 L 后,就可以确定每一连接成份的过渡区域。根据亮度差的大小扩大超色域的范围,即可得到过渡区域。采用标准观察者作为图像质量的评价标准,经过 30 人对显示器显示的图像的观察试验,最大扩大 10 个像素不会影响整个图像的阶调。因此经过计算 L-L_A、L-L_B、L-L_C 等亮度差后,对具有最大亮度差的超色域连接成份向外扩

大 10 个像素,其余的连接成份根据亮度差的大小按比例计算得到扩大像素数。被扩大进入标记区的像素即为过渡区域像素。如果在扩大过程中从一标记区扩大到另一标记区,则过渡区域停止继续扩大。

在扩大标记区之后,对各标记区压缩。标记区内最大亮度的像素被压缩为过渡区域的最大亮度值,标记区内具有最小亮度值的像素的亮度不作压缩(见图 1)。

4 超色域像素的判断

采用聂格伯尔方程^[3]判断像素是否属于超色域像素。用聂格伯尔方程进行计算的关键参数是聂格伯尔测试色标 W(白)、C(青)、M(品红)、Y(黄)、K(黑)、...、(C+M+Y+K)。它们代表在某种纸张上印刷油墨的特性。

作为试验,这里采用 128 克铜版纸和天津天狮牌油墨进行印刷,用爱色丽 918 色度仪测量聂格伯尔测试色标的 XYZ 三刺激值(表 1)。根据聂格伯尔呈色理论,彩色网目印刷品的颜色都是由这 16 种聂格伯尔色标的三刺激值及其在单位面积上所占的比例构成的。聂格伯尔方程为:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \sum_{i=1}^{16} f_i \begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{pmatrix} \quad (1)$$

式中, X、Y、Z 为彩色印刷品上颜色的三刺激值; X_i、Y_i、Z_i 和 f_i 分别为聂格伯尔测试色标的三刺激值和网点面积率(表 2)。表 2 中, c、m、y、k 为青、品红、黄、黑的网点面积率。

本文判断超色域像素时,采用的是经尤尔-尼尔逊修正的改良聂格伯尔方程,用以提高计算结果的准确性:

$$\begin{pmatrix} X \frac{1}{n_x} \\ Y \frac{1}{n_y} \\ Z \frac{1}{n_z} \end{pmatrix} = \sum_{i=1}^{16} f_i \begin{pmatrix} X_i \frac{1}{n_x} \\ Y_i \frac{1}{n_y} \\ Z_i \frac{1}{n_z} \end{pmatrix} \quad (2)$$

式中,修正系数 n_X、n_Y、n_Z 可在 1.2~3 之间取值。

判断某个像素是否为超色域像素时,可通过该像素的 X、Y、Z 三刺激值,求解匹配该像素颜色的 c、m、y、k 网点面积率。这里首先应该考虑到匹配同一颜色时,可能有多解,因为青、品红、黄、黑四种油墨的三色组合有 4 种可能性:(c, m, y)、(c, y, k)、(m, y, k)、(c, m, k),某一

颜色可能由不同的油墨组合匹配而成。在判断超色域像素时, 应该考虑这 4 种可能的组合, 逐个进行计算与比较, 去掉不合理的答案, 将合理的结果

保留下来。只要有一组答案合理, 则说明该颜色在 CMYK 油墨的色域内。

表 1 天狮牌油墨的聂格伯尔测试色标的三刺激值(D65/2°)

Tab. 2 X, Y, Z Values of Tianjing Ink on the Neugebauer Test Chart (D65/2°)

刺激值	1 W(白)	2 C(青)	3 M(品)	4 Y(黄)	5 R(Y+M)	6 G(C+Y)	7 B(M+C)	8 C+M+Y
X	83.63	19.95	33.22	64.41	29.54	9.59	6.43	3.29
Y	87.35	26.97	17.54	72.81	16.42	21.42	4.09	3.16
Z	100.63	71.62	25.26	9.76	3.25	9.33	41.01	3.19
刺激值	9 K(黑)	10 C+K	11 M+K	12 Y+K	13 Y+M+K	14 C+Y+K	15 C+M+K	16 C+M+Y+K
X	1.33	0.73	0.90	1.24	0.97	0.70	0.59	0.51
Y	1.42	0.92	0.76	1.38	0.77	1.03	0.57	0.54
Z	1.46	1.40	0.99	0.77	0.62	0.85	1.09	0.63

表 2 聂格伯尔测试色标的三刺激值和网点面积率对照

Tab. 2 X, Y, Z Values and Dot Percentage on the Neugebauer Test Chart

序号	色别	三刺激值	在单位面积上所占的比例
1	W(白)	$X_1 Y_1 Z_1$	$f_1 = (1-c)(1-m)(1-y) / (1-k)$
2	C(青)	$X_2 Y_2 Z_2$	$f_2 = c(1-m)(1-y)(1-k)$
3	M(品)	$X_3 Y_3 Z_3$	$f_3 = m(1-c)(1-y)(1-k)$
4	Y(黄)	$X_4 Y_4 Z_4$	$f_4 = y(1-c)(1-m)(1-k)$
5	R(Y+M)	$X_5 Y_5 Z_5$	$f_5 = my(1-c)(1-b)$
6	G(C+Y)	$X_6 Y_6 Z_6$	$f_6 = cy(1-m)(1-k)$
7	B(C+M)	$X_7 Y_7 Z_7$	$f_7 = cm(1-y)(1-k)$
8	C+M+Y	$X_8 Y_8 Z_8$	$f_8 = cmy(1-k)$
9	K	$X_9 Y_9 Z_9$	$f_9 = k(1-c)(1-m)(1-y)$
10	C+K	$X_{10} Y_{10} Z_{10}$	$f_{10} = ck(1-m)(1-y)$
11	M+K	$X_{11} Y_{11} Z_{11}$	$f_{11} = mk(1-c)(1-y)$
12	Y+K	$X_{12} Y_{12} Z_{12}$	$f_{12} = yk(1-c)(1-m)$
13	Y+M+K	$X_{13} Y_{13} Z_{13}$	$f_{13} = myk(1-c)$
14	C+Y+K	$X_{14} Y_{14} Z_{14}$	$f_{14} = cyk(1-m)$
15	C+M+K	$X_{15} Y_{15} Z_{15}$	$f_{15} = cmk(1-y)$
16	C+M+Y+K	$X_{16} Y_{16} Z_{16}$	$f_{16} = cmyb$

下面以计算(c, m, y)组合为例, 具体地说明由 XYZ 三刺激值计算上述四种油墨的三色组合值的方法。

1) 给方程(2)中的 X_i, Y_i, Z_i 赋值, 并令

$$\begin{pmatrix} X'_i \\ Y'_i \\ Z'_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_i^{n_x} \\ Y_i^{n_y} \\ Z_i^{n_z} \end{pmatrix} \quad (3)$$

式中, X_i, Y_i, Z_i 是由聂格伯尔测试色标测出的 16 个色块的三刺激值, 色块指 1(W)、2(C)、3

(M)、4(Y)、5(R)、6(G)、7(B)、8(C+M+Y); $i=1, 2, \dots, 8; n_x=2.7, n_y=2.65, n_z=2.5$ 。

2) 给定目标色的三刺激值, 并令

$$\begin{pmatrix} X_a \\ Y_a \\ Z_a \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_i^{n_x} \\ Y_i^{n_y} \\ Z_i^{n_z} \end{pmatrix} \quad (4)$$

3) 设程序中用作迭代求值的网点面积率用 c, m, y 表示, 并且设其初始值 $c=m=y=0.5$ 。

4) 已知 c, m, y 解修正的聂格伯尔方程(2)时, 每迭代一次, 就得到一组三刺激值 X'_j, Y'_j, Z'_j 。在这里它们被称为迭代三刺激值, 下标 j 表示程序运行中迭代的次数。迭代运行过程中修正的聂格伯尔方程为:

$$\begin{pmatrix} X'_j \\ Y'_j \\ Z'_j \end{pmatrix} = \sum_{i=1}^8 f_i \begin{pmatrix} X'_i \\ Y'_i \\ Z'_i \end{pmatrix} \quad (5)$$

式中, X'_j, Y'_j, Z'_j 是每次迭代计算的结果; X'_i, Y'_i, Z'_i 是修正的三刺激值, 已经通过式(3)赋值。

5) 从目标色三刺激值 X_a, Y_a, Z_a 中减去迭代三刺激值 X'_j, Y'_j, Z'_j , 其差值记为:

$$\begin{aligned} \Delta X &= X_a - X'_j \\ \Delta Y &= Y_a - Y'_j \\ \Delta Z &= Z_a - Z'_j \end{aligned} \quad (6)$$

6) 当 $\sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2 + (\Delta Z)^2} \leq 0.001$ 时, 迭代终止, 所得到的值为有效网点面积率。若 $\sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2 + (\Delta Z)^2} > 0.001$, 则继续进行迭代运算。若迭代次数超过 9 次, 迭代运算也停

止。

7) 在继续进行迭代时, 应根据 ΔX 、 ΔY 、 ΔZ 大小, 对迭代网点面积率 c 、 m 、 y 进行修正, 求出其修正量 Δc 、 Δm 、 Δy :

$$\left. \begin{aligned} \Delta X &= \Delta c \frac{\partial X}{\partial c} + \Delta m \frac{\partial X}{\partial m} + \Delta y \frac{\partial X}{\partial y} \\ \Delta Y &= \Delta c \frac{\partial Y}{\partial c} + \Delta m \frac{\partial Y}{\partial m} + \Delta y \frac{\partial Y}{\partial y} \\ \Delta Z &= \Delta c \frac{\partial Z}{\partial c} + \Delta m \frac{\partial Z}{\partial m} + \Delta y \frac{\partial Z}{\partial y} \end{aligned} \right\} (7)$$

式中, 将 ΔX 、 ΔY 、 ΔZ 作为 c 、 m 、 y 的全微分, 式中的偏导数可以从修正的聂格伯尔方程求出:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial X}{\partial c} &= -(1-m)(1-y)X'_1 + (1-m) \cdot \\ & \quad (1-y)X'_2 - m(1-y)X'_3 - \\ & \quad y(1-m)X'_4 - myX'_5 + y(1-m)X'_6 + \\ & \quad m(1-y)X'_7 + myX'_8 \\ \frac{\partial X}{\partial m} &= -(1-c)(1-y)X'_1 - c(1-y)X'_2 + \\ & \quad (1-c)(1-y)X'_3 - y(1-c)X'_4 + \\ & \quad y(1-c)X'_5 + cyX'_6 + \\ & \quad c(1-y)X'_7 + cyX'_8 \\ \frac{\partial X}{\partial y} &= -(1-c)(1-m)X'_1 - c(1-m)X'_2 - \\ & \quad m(1-c)X'_3 + (1-c)(1-m)X'_4 + \\ & \quad m(1-c)X'_5 + c(1-m)X'_6 + \\ & \quad cmX'_7 + cmX'_8 \end{aligned} \right\} (8)$$

按同样的方法, 可以求出对 Y 和 Z 各自的偏导数。实际上, 按上式计算的结果, 这些偏导数是 9 个数值常数。将式(7)写成矩阵形式为:

$$\begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \partial X / \partial c & \partial X / \partial m & \partial X / \partial y \\ \partial Y / \partial c & \partial Y / \partial m & \partial Y / \partial y \\ \partial Z / \partial c & \partial Z / \partial m & \partial Z / \partial y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta c \\ \Delta m \\ \Delta y \end{pmatrix} \quad (9)$$

从式(9)中求得 Δc 、 Δm 、 Δy 后, 令

$$\left. \begin{aligned} c_{j+1} &= c_j + \Delta c \\ m_{j+1} &= m_j + \Delta m \\ y_{j+1} &= y_j + \Delta y \end{aligned} \right\} (10)$$

将式(10)代入程序, 进行下一次迭代。

当迭代次数超过 9 次时, 认为该组计算无解, 继续进行下一组计算。当四组组合全部计算完毕, 若全部无解则说明该色超色域。只要有一组计算结果合理, 即当四色网点面积率 c 、 m 、 y 、 k 全部都小于 100 并且大于零, 则认为该色在色域之内; 其他情况认为超色域。

通过这个算法找出整个图像中的超色域像素, 再利用上述标记法和压缩法实施对超色域像素的压缩。

5 8bit RGB 与 CIE1931 XYZ 之间的转换^[4]

由聂格伯尔方程可知, 它的已知条件为像素的 XYZ 值, 但是在计算中图像是以 8bit 的 RGB 来表示的。因此, 在运用聂格伯尔方程之前, 必需进行由 8bit RGB 到 XYZ 的转换。此后, 又要将 XYZ 值转换成 8bit RGB 值, 以便计算机能在监视器上显示图像。其转换方法如下。

5.1 8bit RGB 到 1931CIE XYZ 的转换

首先将 R_{8bit} 、 G_{8bit} 、 B_{8bit} 值转换为标准的 $SRGB$:

$$\left. \begin{aligned} R'_{SRGB} &= R_{8bit} / 255.0 \\ G'_{SRGB} &= G_{8bit} / 255.0 \\ B'_{SRGB} &= B_{8bit} / 255.0 \end{aligned} \right\} (11)$$

如果 $R'_{SRGB} \cdot G'_{SRGB} \cdot B'_{SRGB} \leq 0.04045$, 则

$$\left. \begin{aligned} R_{SRGB} &= R'_{SRGB} / 12.92 \\ G_{SRGB} &= G'_{SRGB} / 12.92 \\ B_{SRGB} &= B'_{SRGB} / 12.92 \end{aligned} \right\} (12)$$

如果 $R'_{SRGB} \cdot G'_{SRGB} \cdot B'_{SRGB} > 0.04045$, 则

$$\left. \begin{aligned} R_{SRGB} &= \left[\frac{R'_{SRGB} + 0.055}{1.055} \right]^{2.4} \\ G_{SRGB} &= \left[\frac{G'_{SRGB} + 0.055}{1.055} \right]^{2.4} \\ B_{SRGB} &= \left[\frac{B'_{SRGB} + 0.055}{1.055} \right]^{2.4} \end{aligned} \right\} (13)$$

再由 R_{SRGB} 、 G_{SRGB} 、 B_{SRGB} 转换到 XYZ :

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 41.24 & 35.76 & 18.05 \\ 21.26 & 71.52 & 7.22 \\ 1.93 & 11.92 & 95.05 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{SRGB} \\ G_{SRGB} \\ B_{SRGB} \end{pmatrix} \quad (14)$$

5.2 1931CIE XYZ 到 8bit RGB 的转换

首先把 XYZ 转换到 $SRGB$:

$$\begin{pmatrix} R_{SRGB} \\ G_{SRGB} \\ B_{SRGB} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3.2406 & -1.5372 & -0.4986 \\ -0.9689 & 1.8758 & 0.0415 \\ 0.0557 & -0.2040 & 1.0570 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X/100 \\ Y/100 \\ Z/100 \end{pmatrix} \quad (15)$$

在计算过程中, 由于 $SRGB$ 的范围是 0~1, 当 $SRGB$ 值出现负值或大于 1 时, 该值将被裁剪。在此, 简单地采用定为 0 或 1 的方法进行裁剪。

当 $R_{SRGB} \cdot G_{SRGB} \cdot B_{SRGB} \leq 0.003\ 130\ 8$ 时, 有:

$$\left. \begin{aligned} R'_{SRGB} &= 12.92 \times R_{SRGB} \\ G'_{SRGB} &= 12.92 \times G_{SRGB} \\ B'_{SRGB} &= 12.92 \times B_{SRGB} \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

当 $R_{SRGB} \cdot G_{SRGB} \cdot B_{SRGB} > 0.003\ 130\ 8$ 时, 有:

$$\left. \begin{aligned} R'_{SRGB} &= 1.055 \times R_{SRGB}^{(1.0/2.4)} - 0.055 \\ G'_{SRGB} &= 1.055 \times G_{SRGB}^{(1.0/2.4)} - 0.055 \\ B'_{SRGB} &= 1.055 \times B_{SRGB}^{(1.0/2.4)} - 0.055 \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

再由 R'_{SRGB} 、 G'_{SRGB} 、 B'_{SRGB} 转换到 R_{8bit} 、 G_{8bit} 、 B_{8bit} :

$$\left. \begin{aligned} R_{8bit} &= 255.0 \times R'_{SRGB} \\ G_{8bit} &= 255.0 \times G'_{SRGB} \\ B_{8bit} &= 255.0 \times B'_{SRGB} \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

6 色域压缩过程

本方法的图像色域压缩功能、用标记法进行色域压缩过程和超色域像素判断分别如图 3、图 4、图 5 所示。

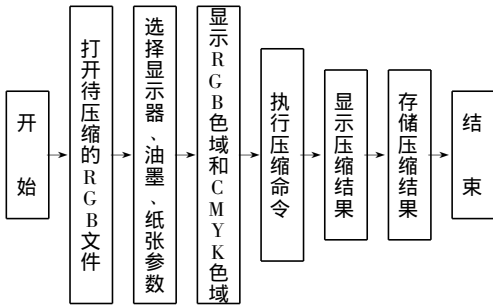


图 3 ColorPrint 色域压缩流程

Fig. 3 Flow Diagram for Color Gamut Compression in ColorPrint

用标记法进行色域压缩的方法在一定程度上保持了图像在超色域内的阶调, 比直接压缩到 CMYK 色域边界的方法好, 但是其缺点是运算量比较大。

本文所采用的色域警告处理方法标出的超色域范围与 Photoshop 的色域警告处理的结果很接近, 这说明本文方法的可行性。感性压缩使得所有像素都进行了压缩, 视觉关系表现较好; 标记法压缩只压缩了超色域像素和部分色域内像素。很明显, 后者比前者损失的信息量少。标记法还优于相对色度匹配, 因为前者能保持视觉关系, 后者会造成被压缩色与未被压缩色之间的逆转。当然标记法更优于绝对色度匹配, 后者只适用于一些专色的压缩。

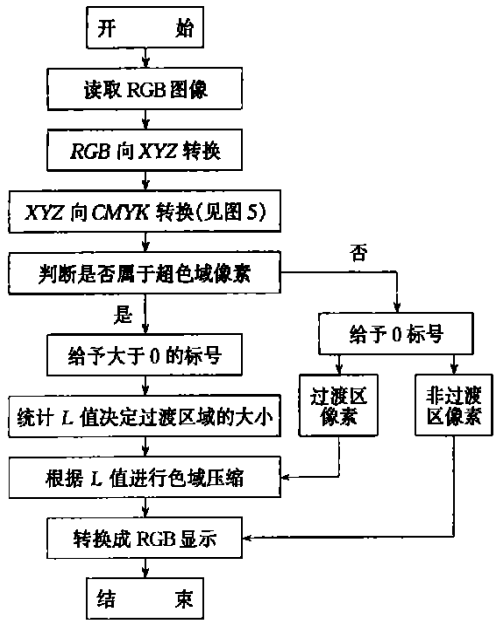


图 4 标记法色域压缩过程

Fig. 4 Flow Diagram for Gamut Compression with Tagging Method

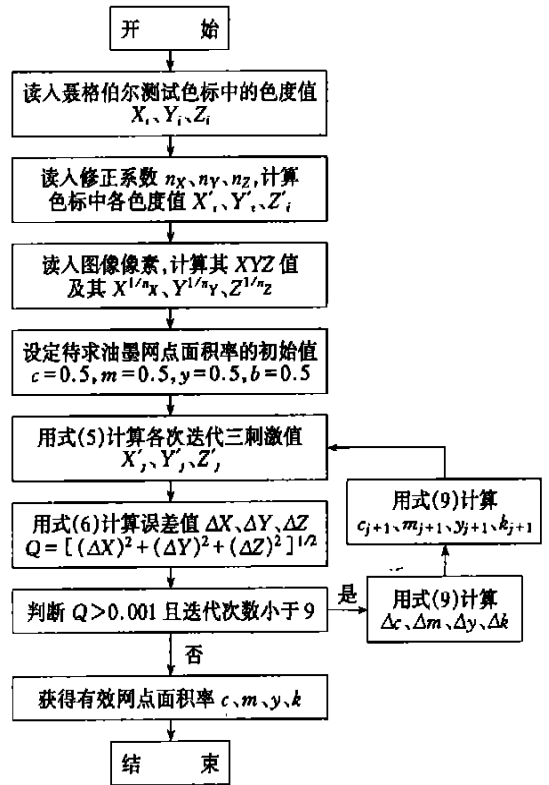


图 5 超色域像素判断流程图

Fig. 5 Flow Diagram for Detecting Out-of-gamut Pixels

参 考 文 献

- 1 田村秀行. 计算机图像处理技术. 赫荣威编译. 北京: 北京师范大学出版社, 1988
- 2 Giorgianni E. J. Madden T. E. Digital Color Management. Massachusetts: Addison Wesley Longman, 1997

- 3 Schlaepfer K. Farbmeterik in der Reproduktionstechnik und im Mehrfarbendruck. St. Gallen; Ugra, 1993
- 4 International Electrotechnical Commission. Part 2-1; Color Management-Default RGB Color Space-sRGB (First Edition), IEC 61966-2-1, 1999

作者简介: Kurt Muenger 博士, 研究员。现主要从事信息传输研究工作。他组织和主持了多项瑞士联邦的科研项目, 如数字式控制条的设计与应用; 新闻印刷微型控制条的研制等。

E-mail: kurt.muenger@empa.ch

Color Gamut Compression with Tagging Method

Kurt Muenger¹ ZHU Yuanhong² SI Lianfa²

(1 Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research, Lerchenfeldstrasse 5, CH-9014 St. Gallen, Switzerland)

(2 School of Journalism and Communication, Wuhan University, LuoJia Hill, Wuhan, China 430072)

Abstract: The color gamut of different color reproduction devices differs in size and shape, so the compression of the color gamut must be carried out when a RGB image file is transformed into a CMYK image. There are rich gray levels in the out-of-gamut of an image. But the existing compression methods do not pay enough attention to it. This paper proposes a new compression method, named "Tagging method". Using this compression method, we can not only fulfill the compression from RGB color gamut to CMYK color gamut and keep the most colors in the gamut invariable, but ensure the number of gray levels in the compressed image area.

This paper also proposes a detected method for judging the out-of-gamut colors. The experiment shows that out-of-gamut of an image processed by this detected method is very similar to that processed by "Gamut Warning" in Photoshop.

Key words: tagging method; tone level; out-of-gamut; color gamut compression

About the author: Kurt Muenger, Ph. D researcher. He is engaged in the research on media communication. He has led and organized several projects such as application of the digital control strip, research of the mini-target in newspaper printing, etc.

E-mail: kurt.muenger@empa.ch

《武汉大学学报·信息科学版》编辑委员会

名誉主任: 宁津生

主任: 李德仁

委员: 毋河海 王新洲 刘 甬 刘经南 刘耀林 朱元泓 朱灼文
仲思东 张正禄 张祖勋 苏光奎 杜清运 杜道生 李建成
李清泉 郑肇葆 柳建乔 晁定波 龚健雅 舒 宁 詹庆明

主 编: 李德仁(兼)

副主编: 柳建乔(常务)