



オフィスプリンタにおける 業界標準色再現モードの検討

JBMIA-TR-13:2008

(2023 確認)

平成20年03月制定

社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会

標準化センター

JBMIAカラーマネジメントプロジェクト委員構成表

(委員長)	○ 仲 谷 文 雄	富士ゼロックス株式会社
(副委員長)	会 津 昌 夫	キヤノン株式会社
	中 澤 利 彦	コニカミノルタビジネステクノロジーズ株式会社
	○ 深 沢 賢 二	セイコーエプソン株式会社
(委 員)	安 藤 英 樹	カシオ計算機株式会社
	桑 山 哲 郎	キヤノン株式会社
	○ 西 沢 輝	京セラミタ株式会社
	○ 島 田 啓 克	コニカミノルタビジネステクノロジーズ株式会社
	後 藤 牧 生	シャープ株式会社
	梅 澤 浩 基	東芝テック株式会社
	尾 崎 透	パナソニックコミュニケーションズ株式会社
	○ 伊 東 昭 博	富士ゼロックス株式会社
	上 田 昌 史	ブラザー工業株式会社
	小早川 浩 二	ブラザー工業株式会社
	小 松 学	株式会社リコー
	白 澤 寿 夫	株式会社リコー
	○ 澁 谷 竹 志	リコープリンティングシステムズ株式会社
(事務局)	田之上 洋 一	社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会

注記 このTRの実験検討は、カラーマネジメントプロジェクトの下部WGである、データ解析Ad-hocメンバーにより2006年12月より2007年 1月にわたり行われた。上記委員会名簿で○印をつけた委員に加え、以下のメンバーが実験検討には参加している。

(実験検討メンバー)	本 村 秀 人	松下電器産業株式会社
(実験検討メンバー)	田 村 明 洋	千葉大学工学部情報画像工学科大学院修士課程

TR 番号 : JBMIA-TR-13

制 定 : 平成20年03月31日

原案作成 : 標準化センター カラーマネジメントプロジェクト

オフィスプリンタにおける業界標準色再現モードの検討（その1）

1 はじめに

様々な産業分野における業務工程から、一般オフィスや一般家庭にいたるまで、画像機器のデジタル化が急速に進んでいる。デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、スキャナなどの画像入力機器で取り込まれた画像データは、画像出力機器に送られてソフトコピー、ハードコピーを得るばかりでなく、直接またはネットワークを介してコンピュータで加工編集され、ディスプレイで表示されたりプリントされたりする。さらには、様々な形式の画像データに変換され、ネットワークあるいはリムーバブルメディア（メモリカードや光ディスクなど）を介してほかの機器に伝達される。

このように、デジタル化により、あらゆる分野において様々な機器間で相互に画像データが交換されるようになった結果、これら機器間の相互接続性（インターオペラビリティ）が重要性を増している。画像信号がアナログ形式の場合にも、伝送路を介した情報の伝達や記録は行われてきたが、デジタル化により影響が及ぶ範囲は、さらに大きく広がってきた。アナログ時代には、カメラ、複写機、ファクシミリなどはそれぞれ閉じた世界の中で、適切なカラー画像を再現するように設計していたものが、デジタル画像データが広い範囲に流通するようになってきたことで、画像データを入力あるいは生成した段階では予想もしなかった分野にまで画像が利用されるようになってきている。これが、カラーマネジメントの標準化の必要性が高くなった背景であるとともに、混乱の生じている原因にもなっている。

このため、これら多数の画像機器を統一してカラー情報処理を行う「カラーマネジメント」の考え方が機器、オペレーティングシステムやアプリケーションソフトの作り手の間で重要となってきている。

しかし一方で、多くのオフィスにおける日常的な文書では、印刷の簡便性、速度、コスト、見栄えが重視される。また、環境影響への配慮も近年では欠かすことのできない課題となっている。このため、必ずしも色再現を重視しない普通紙・再生紙への印刷や、混色を押さえて一次色を優先することなど、色の標準化の課題に相反する特性も、オフィスプリンタに求められる要素となっている。

こういった背景から、必ずしも、厳密な意味での再現色の統一にしばられないオフィスユースのカラー標準のあり方が問われている。

2 既存のカラーマネジメント規格

これまでに標準化され、広範囲に利用されているsRGB参考文献[1]やICC profile format参考文献[2]について、その概略を書き下すと以下ようになる。sRGBとは“RGBと1931 CIE CIEXYZ参考文献[3]の関係がIEC 61966-2-1参考文献[1]に記載された関係式で定義されたもの”で、いわば標準ディスプレイを想定した“機器の色空間”の1つである。またICC profileは、機器の色の入出力特性を記述するフォーマットを規格化したもので、“機器の色空間”から、“機器に依存

しない色空間 (Profile Connection Space (以下PCSと略す))” への変換を定義するものである。CMS (Color Management System)は、このICC profileの記述に従ってPCSを仲介することで、機器の色空間相互の色の変換を実現する。

ICC profileは詳細な取り決めとCMSを必要とする反面、機器間の変換を、より詳細で柔軟に記述できるという点が特徴である。これとは対照的に、画像データの受け渡しにsRGBを想定した場合には、それぞれの機器が“機器の色空間”とsRGB色空間との変換を行うため、使う側は簡単に利用できる反面、再現色の範囲もsRGBのものに制限されてしまう特徴が有る。

以前は機器毎に採用している色空間はまちまちであったが、sRGBで統一することにより、機器の接続、例えばデジタルカメラとカラープリンタの接続における色再現の問題は少なくなった。また機器のICC profileが既知の場合はそれを用い、未知の場合はsRGBと仮定して色信号の処理を行うというやり方が実践的に用いられている。

sRGBからプリンタへの変換を考えた場合、sRGBは基本的にディスプレイの色空間をもとにしており、それで表現される色再現域はプリンタの色再現域とは異なるため、色域マッピングと呼ばれる変換が必要となる。この色域マッピングは、見えや好ましさといった要素も絡んでおり一意に決められるものではないため、これまで標準化は行われてこなかった。しかし、関係すると考えられる標準化や団体の活動の動きはいくつかある。RMG(Reference Medium Gamut) 参考文献[4]は物体色の最大色域の定義を試みたもので、sRGBをプリンタ機器信号に変換する際に、一旦RMG色空間にマッピングし、これをプリンタに対する共通色信号とすることにより印刷分野におけるプリンタのカラーマネジメント精度を向上させることを目的としている。ICCはsRGBとRMGのデフォルト変換を定義するICC Version4 profileというプロファイルの検討を行っている。この変換は人間の主観的な要素(好ましさ)が関与する可能性が高いため、注目を集めている。

3 オフィスカラープリンタにおける課題と対応

事務機器分野におけるプリンタでは、以下の多様さが各プリンタの色再現特性を異ならせ、カラーマネジメントを行う上で大きな障害になっている。

- 1) 各プリンタのハードウェア固有の色特性 (色材、用紙など)
- 2) 各プリンタの色設計の違い (各社の色域マッピング手法など)

1) については、例えばインクジェット、電子写真等の印字技術の原理的な違いによって同一の色材が使用できず、プリンタ機器の色材の原色での色相角で30度程度の差が生じている。また、用紙についても各社の推奨用紙の白色色度点でCIELAB L*で6程度の差が生じている。

2) については、前述のようにオフィス機器分野におけるカラープリンタでは、ディスプレイで表示されたsRGBデータを印刷することがほとんどであるが、このディスプレイで表示された色は、そのすべてが印刷できるわけではなく、鮮やかな色についてはプリンタで再現できる色に置き換えなければならない。その置き換え方法(色域マッピング)については、色相を維持する、彩度を維持する等、種々の考え方があり、また印刷する対象(文字、グラフ、写真等)によって最適な方法が異なるため、各社の用いる方法が異なり、結果として出力色再現特性の違いを生じさせている。これについては過去に本プロジェクトで評価検討を行った。附属書2参照

この課題に対応する方法として、前述のRMGとは異なる、オフィスカラープリンタの現実に即した共通色再現域 (Reference Office Printer Gamut:以下ROPGと略す) を定義し、sRGBからROPGに色信号を共通の方法でマッピングし、その上でROPGから個々のカラープリンタの色空間にマッピングするという方法を検討した。

4 オフィス用カラープリンタの共通色空間と共通色域マッピング方法

千葉大学との共同研究によりオフィス用カラープリンタの共通色再現域と共通色域マッピング方法についての検討を行った参考文献[7]。またその検討結果を元に、規格文書化のためのドラフトを作成した(附属書(1)参照)。以下に千葉大学との共同研究で得られた結果サマリーを記す。

まずJBMIA会員企業9社のカラープリンタ10機種(電子写真8機種、インクジェット2機種)のデータを元に、その色再現域の最大域、最小域、平均域を導出した。次に以前行った色域マッピング方法評価実験でもっともよい結果が得られたHPMINDE(Hue-angle Preserving MINimum Delta-E*ab clipping) 参考文献[6](色相を保持したままで色差を最小に圧縮する方法)および各社推奨の色域マッピング方法(以下各社GMAと略す)を用い、色再現域の最大域(以下ROPG_Maxと略す)、最小域(以下ROPG_Minと略す)、平均域(以下ROPG_Averageと略す)をROPGとして、ディスプレイとプリントの見た目の色一致度合いおよび各社プリント間の色一致度合いを比較した。評価に使用した画像は、Ski_TC8-03_sRGB_sc1.tif、Weather2_sc3.tif、20061207-30-1.tifの3種である。画像Ski_TC8-03_sRGB_sc1.tifはプリンタの色域外の色を多く含む自然画像である。この画像は、参考文献[6]に定められたテスト画像で、http://www.colour.org/tc8-03/test_images.htmlから入手可能である。画像Weather2_sc3.tifは代表的なオフィス文書であり、RGBCMYKの7色で構成されている。画像20061207-30-1.tifは主にプリンタの色域内の色で構成された画像である。

この実験の結果、各社プリント間の一致が良い方法はROPG_Min、ROPG_Average、ROPG_Max、ROPGなし、各社GMAの順となり、ROPGを用いることで各社プリント間の一致が良くなり、またそのROPGがより小さいほどプリント間の一致が良い事が確認された。従って、ディスプレイからプリンタへの変換過程に1度全メーカー共通の色再現域(ROPG)を経由することによりメーカー間で色のばらつきが抑えられROPGの有効性が確認できた。しかしながら、ROPG_Minのサンプルはディスプレイとの比較では著しく色が異なり、サンプルは暗くくすんだ色になってしまうため、ROPG_Minの汎用性は低いと判断された。残りのROPG_AverageとROPG_Maxとの比較では、サンプル間での色のばらつきはどちらを使用した時でも同程度の性能を得た。一方、ディスプレイとの色の一致率では、若干ではあるがROPG_Maxの方が優れていた。また、ROPG_Averageでは各社GMAのサンプルに比べ、ディスプレイとの色の一致は悪くなった。そこで本研究ではROPG_Maxがサンプル間での色の差異が軽減され尚且つ、ディスプレイとの見えも近づくため、ROPGとして最適な色域であるとの結論を得た。

5 今後の課題

今回の評価では、以下の問題点が挙げられた。

- 1) 色域マッピング方法(GMA)としてHPMINDEが適正か?
- 2) PCSとしてCIELABで良いか?

- 3) メーカーごとに大きく色相の異なる一次色(シアン・マゼンタ)をどう扱うか?
- 4) イエローの混色は問題にならないか?
- 5) 単色ブラックの取り扱いをどうするか?

上記の課題で、1)については、HPMINDEが色相を保持したままで色差を最小に圧縮する方法であるため、色相を含めた最良近似になっていないこと、見た目の好ましさが配慮されていない点が上げられる。この点に関しては、むしろ各社のGMAの方がディスプレイとの一致感においては、好成績をおさめていることから、何らかのGMAの修正が望ましいことは意見の一致するところである。これについて、2)のPCSとして、CIELABの代わりにCIECAM02のJChの方が良いのではないかなどの議論もある。3)から5)については各社意見の分かれるところであり、今後取り組むべき課題として残っている。

5 参考文献

- [1] IEC61966-2-1: Multimedia systems and equipment - Colour measurement and management - Part 2-1: Colour management - Default RGB colour space - sRGB, (2002)
- [2] ISO 15076-1: Image technology colour management - Architecture, profile format and data structure - Part 1 : Based on ICC.1:2004-19 (2005)
- [3] CIE 15.3: Colorimetry, (2004)
- [4] ISO 12640-3: Graphic Technology - Prepress digital data exchange - Part 3: CIELAB standard colour image data (CIELAB/SCID), (2004)
- [5] IEC61966-7-1: Multimedia systems and equipment - Colour measurement and management - Part 7-1: Colour printers - Reflective prints - RGB inputs, (2006)
- [6] CIE156: Guidelines for the evaluation of gamut mapping algorithms, (2004)
- [7] 田村明洋, “オフィスプリンタに最適な色再現モードの構築”, 2006 年度千葉大学大学院 自然科学研究科 修士論文
注記 文献[7]は、JBMIA会員のみ開示。問合せは、JBMIA事務局まで。

6 附属書

- (1) 業界標準色再現モードJBMIA技術文書ドラフトv2.0
- (2) Fumio Nakaya, : Suitable Printer Color Reproduction for Office Environment (1), 13th Color Imaging Conference proceeding ,185-188 (2005)

業界標準色再現モード

1 スコープ

ディスプレイとプリントの観察環境、オフィスプリンタの標準色再現域(以下 ROPG と略す)、および sRGB から ROPG への変換方法を規定する。また必要に応じて ROPG からプリント出力への default 色変換ガイドを規定する。

2 観察環境

2-1 ディスプレイとプリントの観察条件

- 照明色温度 5000K ($x=0.3457$, $y=0.3585$)
(ISO3664)
- プリント面照度 500 lx (ISO3664 P2 条件)
- ディスプレイ表示面照度 (50 lx) (黒点の規定値から換算した値にする)
余り明るいと、プリンタの黒点より明るくなってしまうので具合が悪い。
したがってプリンタの黒点の規定値(後述)と同じになる照度を選択した。
- 表示面反射率 5%

2-2 ディスプレイの特性

- ディスプレイ輝度 120 cd/m² (ディスプレイメーカーに確認する)
- ディスプレイ白色点 $x=0.3127$, $y=0.3290$ (D65)
- 入出力特性 2.2
- 3原色の色度座標値

	Red	Green	Blue	White
x	0.6400	0.3000	0.1500	0.3127
y	0.3300	0.6000	0.0600	0.3290
z	0.0300	0.1000	0.7900	0.3583

2-3 プリンタの入出力条件

(Scope にて、RGB input のプリンタを前提とするか?)

1) 環境条件

・ サンプリング及び測定は、この規格で別途規定されていない限り、反射プリントを作成する機器のメーカーが規定した環境条件内で実施されるものとする。環境条件、少なくともサンプリングと測定中の室温と相対湿度は、測定結果の提出と一緒に報告されなければならない。

備考 推奨される環境条件は、別途規定がない限り、温度は $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度は $65\% \pm 10\%$ 、大気圧は $86 \text{ kPa} \sim 106 \text{ kPa}$ である。

2) プリント設定

a) カラーモード

・ 当ガイドラインの定める色基準に対応する出力モードとする。ただし、黒色 (RGB=(0,0,0)) の出力色の単色 K への置換機能が選択可能な場合、これをオフとする。K 単色への置換をオフにできない場合は、後述の評価画像における RGB=(0,0,0) に対応するパッチを隣接する入力値 RGB=(1,1,1) に置き換えることを可とする。

b) メディア

・ 基材 基材は、不透明で、プリンタメーカーが推奨、又は既定するものとする。基材は少なくとも 1 日は環境条件になじませるものとする。

c) ハーフトーンスクリーン

・ ハーフトーンスクリーン すべてのサンプリングは、それが適用可能な場合は、いつでもハーフトーンスクリーンモードで実施されるものとする。ハーフトーンスクリーンは、反射プリントを作成する機器のメーカーが推奨、又は既定する通りとする。テキスト、グラフィック及び自然画に対するハーフトーンスクリーンのような複数の選択肢がある場合は、その選択は、測定結果の提出とともに報告されなければならない。

もしハーフトーンスクリーンが適用可能でなかったら、それは結果とともに報告されなければならない。

d) 解像度

・ すべてのサンプリングは、反射プリントを作成する機器のメーカーが推奨、又は既定する通りの解像度設定をもって実施されるものとする。テキスト、グラフィック及び自然画に対する解像度のような複数の選択肢がある場合は、その選

扱は、測定結果の提出と共に報告されなければならない。

e) その他のセッティング

- ・ 様々なセッティング カラーレンダリング、デジタルフィルタリング及び階調特性は、反射プリントを作成する機器のメーカーが推奨、又は既定する通りにセットされるものとする。

使用されるアプリケーションプログラムは、余計な色処理及び強調を与えてはならない。そうでない場合は、色処理及び強調の種類は報告されなければならない。

- ・ すべてのサンプリングは、特に規定がない限り、反射プリントを作成する機器のメーカーによって規定されたウォームアップタイム後に実施されなければならない。

備考 もし反射プリントを作成する機器が複数のペーパートレイを持っていた場合、如何なるペーパートレイもサンプリングに使用できる。

f) 評価画像

- ・ 付属書 X2に掲載のカラーデジタル画像ファイルとする。

3)測色条件

a)サンプル数

- ・ 上下出力方向を変えた合計 2 枚のサンプル出力し、測定値を平均する。

b) 測色装置

- ・ 分光測光ならびに色度測定 反射プリントは、別段の規定がない限り時間間隔なしに継続的に測定されなければならない。

分光測光測定のために、反射プリントの分光反射率は、白熱灯で照射された反射プリントに対して 10 nm 毎、蛍光灯で照らされた反射プリントに対して 5 nm 毎に少なくとも 400 nm から 700 nm の波長に対して測定されなければならない。

測定器のメーカーの名前、機種番号、製造日は、測定結果の提出とともに報告しなければならない。

- ・ メーカー推奨の UV カットフィルタを装着して測定する。(ISO13655 改訂版の M2 条件?)

備考 分光反射率は、反射された光の正反射成分を取り除くため、ISO 5-4 に

規定されたような 0°/45°ないし 45°/0°のどちらかの幾何学的条件の分光光度計を使って測定する。

参考 380 nm から 780 nm の波長に対しての測定が推奨される。
色度測定において、光源の分光放射輝度は CIE 15.2 の表 1.1 に定義された光源 D50 に準拠しなければならない。

c) バッキング

・ 支持材料 白の支持材料(カラー画像がプリントされる基材を 5 枚以上重ねる)を使用する。別の支持材料を使用した場合は、その材料の仕様が測定結果とともに報告しなければならない。

参考 支持材料変更による影響の見積は、附属書 X3(参考)を参照。

d) 計算方法

・ 光源と色度測定オブザーバ CIE 15.2 の表 1.1 に定義された光源 D50 及び ISO/CIE 10527 に定義された CIE 1931 測色標準観測者が三刺激値の計算に使用されるものとする。もしその他の光源が使用した場合、その旨を報告しなければならない。

参考 ある測定に対しては光学的反射濃度が使えるが、測定値が測定に用いられた機器に依存することは留意すべきである。

・ 三刺激値 物体色と光源色に対する CIE 1931 XYZ 色空間の三刺激値 X , Y と Z は、式(2)に従って、光源 D50 の分光エネルギー分布 $S(\lambda)$, プリント画像の分光反射率 $\rho(\lambda)$, 及び等色関数 $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ の積和によって計算されなければならない。

$$\begin{aligned} X &= \frac{1}{K} \int_{\text{vis}} S(\lambda) \rho(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \\ Y &= \frac{1}{K} \int_{\text{vis}} S(\lambda) \rho(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \\ Z &= \frac{1}{K} \int_{\text{vis}} S(\lambda) \rho(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \end{aligned} \quad (2)$$

ここで $K = \int_{\text{vis}} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$

・ CIELAB 色空間

CIE 1976 $L^* a^* b^*$ 色空間の CIELAB 値 L^* , a^* と b^* は CIE 15.2 に従って式(3)で計算される。

$$\begin{aligned}
 L^* &= 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{\frac{1}{3}} - 16 \\
 a^* &= 500 \left\{ \left(\frac{X}{X_n} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{\frac{1}{3}} \right\} \\
 b^* &= 200 \left\{ \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z}{Z_n} \right)^{\frac{1}{3}} \right\}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

ここで三刺激値 X_n, Y_n と Z_n は光源 D50; $X_n = 96,42$, $Y_n = 100,00$ と $Z_n = 82,49$ に対応している。
 白に対する相対値を計算する場合は、式(4)に従って計算されなければならない。

$$\begin{aligned}
 \tilde{L}^* &= 116 \left(\frac{Y}{Y_W} \right)^{\frac{1}{3}} - 16 \\
 \tilde{a}^* &= 500 \left\{ \left(\frac{X}{X_W} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y}{Y_W} \right)^{\frac{1}{3}} \right\} \\
 \tilde{b}^* &= 200 \left\{ \left(\frac{Y}{Y_W} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z}{Z_W} \right)^{\frac{1}{3}} \right\}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

ここで三刺激値 X_W , Y_W と Z_W は、光源 D50 における入力 $D_R = D_G = D_B = 2^N - 1$ のプリント結果に対応している。

3 ROPG の背景と定義

1) 背景

IEC61966-2-1 で規定されている sRGB は、広くプリンタ業界に普及しており、JBMIA 会員企業のカラープリンタのほとんどが、sRGB 信号を入力としてプリント出力できるように設計されている。しかしこの sRGB 信号自体の定義にあいまいな部分があり、また sRGB 信号が基本的にディスプレイの色空間であるため、プリンタの

色空間とは形状が異なり、プリンタの出力信号である CMYK への変換が一意的に決定できない。その結果、オフィスにおける WORD、EXCEL、PowerPoint といった電子文書の出力色が各社で異なり、オフィス市場のエンドユーザーから改善が要求されつつある。

このような sRGB 信号のリダダンシーを解決するために ICC(Internal Color Consortium)では RMG (Reference Medium Gamut) を定義し ISO12640-3 にて国際規格化されようとしている。RMG は物体色の最大色域の定義を試みたもので、sRGB 信号を CMYK 信号に変換する際に、sRGB 信号を一旦 RMG 色空間にマッピングし、これをプリンタに対する共通色信号とすることにより、sRGB のリダダンシーを緩和して、主に印刷分野のプリンタのカラーマネジメント精度を向上させることを目的としている。

しかしながら、オフィスにおけるプリンタは安価で故障率の少ないことが要求されるため、印刷分野のプリンタと比較して色空間が狭いものが多く見られるため、RMG をそのまま適用したプリンタ共通色信号から、更に個々のカラープリンタの色空間にマッピングする際の自由度が大きすぎるという問題がある。

そこで JBMIA では、オフィスプリンタのカラーマネジメント精度を向上させることを目的として ROPG(Reference Office Printer Gamut)を会員企業が協力して開発することになった。

2) 定義

ROPG はオフィス用プリンタの共通色空間として作成されたもので、CIE TC8-03 の色域マッピングアルゴリズム公開評価実験の際に JBMIA 会員企業9社で採取された10機種の色再現範囲のカラープリンタサンプルの測色値を基にしている。このデータを基に、9機種のプリンタの色再現範囲を推定したものを附属書 X3 に記載している。オフィスプリンタの特徴は、用紙および色材を特定のものに指定することが出来ない点にあり、白色点、黒色点および色再現範囲の形状が大きく異なっている。これに対応するために、

白色点：紙白の $L^*=90$ (相対値なのでいくつでも良いか?)

黒色点：CMYK4色で再現された黒の $L^*=18$ (実測データでは $L^*=18$ となっている)

(単色 K を含めるか否かは次回編集予定)

Note: ISO12640-3 では white point Reflectance = 0.89, black point Reflectance 0.0030911 となっている ISO12640-3 が何故 reflectance で規定しているかを調査する。

色再現範囲: プリンタ9機種の色再現範囲平均値

としている。

色再現範囲は、

L* = 18~30、70~90 は L* 2 置き

L* = 30~70 は L* 5 置き

Metric Hue = 0~360 10 置き

という間隔で表示することにし、これを Annex XX に記載している。

4 色信号の符号化および色変換方法 - sRGB から ROPG への色変換方法

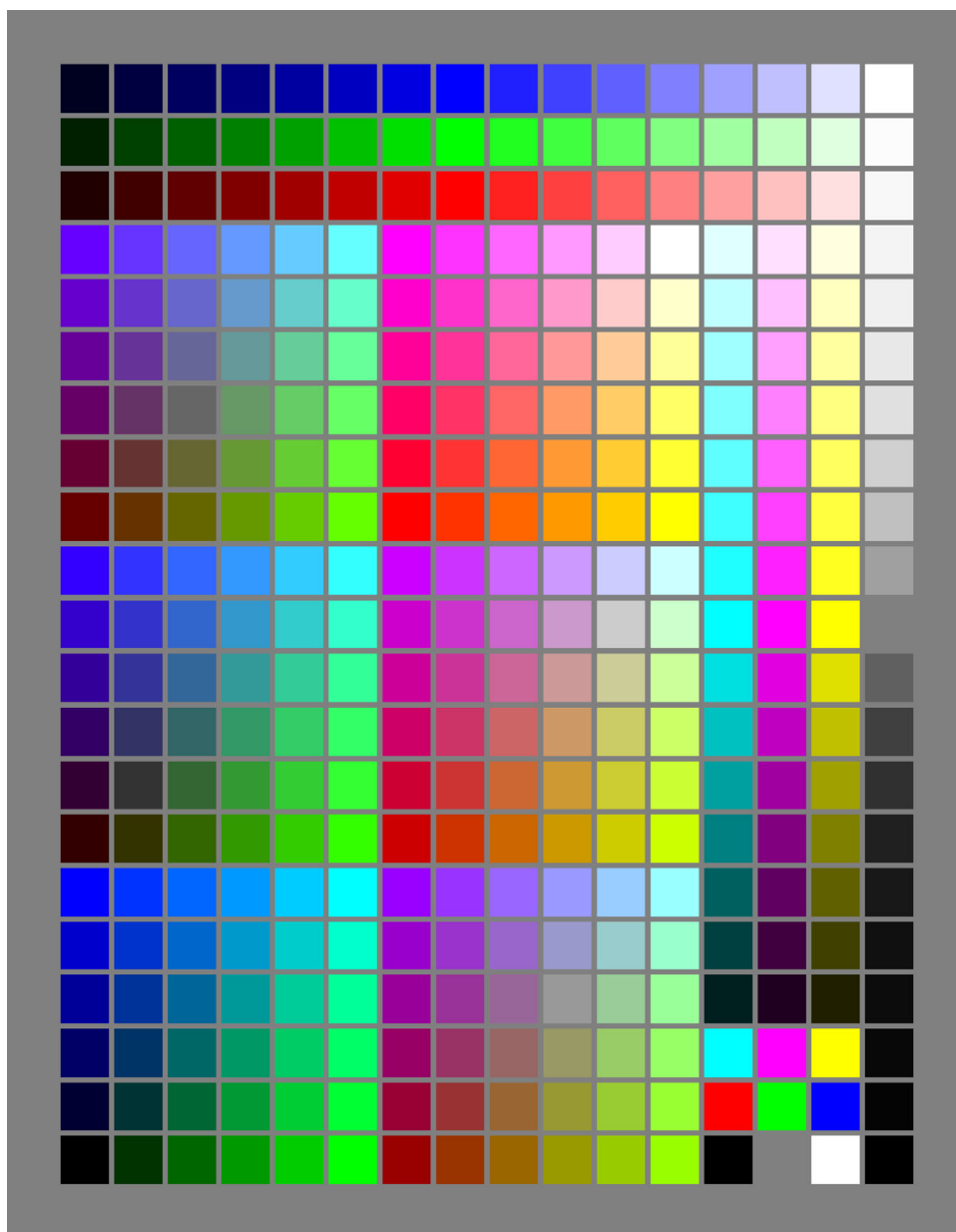
- RGB 信号値からディスプレイ表示色の見え (CIECAM02) までの変換
 - γ 変換、 3×3 マトリクス、外部フレア
 - CIECAM02 JCh への変換
- ディスプレイ表示色の見えから ROPG への Gamut Mapping
 - GMA1 ?

附属書 X1 Paper white adjustment method

本 Version では記載せず

附属書 X2

一枚の印刷物出力として得られるカラーデジタル画像ファイルの推奨レイアウト



付属書 X4 課題：単墨の扱い方

*墨点だけを扱うのはやめて、単墨点が ROPG のダーkest点と合わない場合に、Gamut をどの様に規定するのかを考慮した方が良いのではないかと考えました。1.ROPG の対象を Raster 画像に限定こそしませんが、ROPG は Raster 画像かつ無彩色 Darkest 点を Composite-CMYK で構成した場合を想定して規定します。2.ROPG の中心部分に、各社がある RGB 値を入力したら同じ UCS 値を返す様に努めて、設計を行う領域（仮称：コア領域）を設けます。3.実際の運用においては、ROPG にそぐわない部分が発生する可能性があります。ROPG のコア領域外においては、それをどの様に扱うのかは各社の裁量としますが、特に意図がないのであれば、別途規定するテーラリング方法に従って Gamut を設計してもらい様にします。4.上記3のテーラリング方法において、ROPG の値を積極的に利用する事と、上記2のコア領域を設定する際に利用する事で、ROPG の存在価値を示します。*ROPG は、白色点補正は事前に行われているものとします。*まず、コア領域の設定例を示しておきます。*次に、単墨時などダーkest点と ROPG のダーkest点に合わない時のテーラリング手法の案を以下に示しておきます。*彩度的に ROPG にそぐわない場合のテーラリング手法は、示していません。議論と実験をする必要がありますので別途、定義する事にし、今回は触れていません。

・点 M から着目色相における ROPG 定義点までの線分において、規定比率にて内分する点で定義します。・点 M は、例えば C 点と W 点の midpoint とか、 $Lab\{50,0,0\}$ などにします。

・グレイ軸上の中間点 M を設置します。点 M の設定の仕方（案）は別途、記載します。・任意の色相における ROPG の底辺を構成する点群 B_n と点 M を結び線分 $MB[n]$ を考えます。

・線分 MD、線分 MS の比率を a とします。・PMS に対する BMS の角度比率を b とします。・次式で求まる点を ROPG 不適合時のテーラリング点として設定します。 $T_n[c,l] = \{B_n[c,l]*a + M[c,l]*(1-a)\}*(1-b) + B_n[c,l]*b$
= $B_n[c,l]*\{a*(1-b) + b\} + M[c,l]*(1-a)*(1-b)$ 但し、 $a = \text{線分 MS} / \text{線分 MD}$, $b = (\text{角 BMS}) / (\text{角 PMS})$ *

【メモ 2006.11.30】

Q1.何故、この様な方式を提案したのか？

A1.案を出す上で留意した点として以下の項目を揚げておきます。*黒点の一点だけを特別点扱いをして考える方法にしてしまうと判定処理とか、色空間的な周辺の色との関係やら調和やらを考える必要も有るかもしれません。だとすると、かえって色々と面倒な事に

なるかも知れないと思えたので、それは止めてしまう事にしました。代わりにそれは ROPG のに適合しない場合として扱う事にして、そういうケースでの修正方法を定めておくことで解決したらどうかと考えました。どうせ ROPG とそっくり同じものにはできない可能性の方が高いので、テーラリング方法を示しておく事で解決しようと考えました。* また、そうする事で、ROPG の対象を Raster には限定しないものの、その検討段階においては Raster 画像に絞り込んで考察する事ができ、黒点に対しては CompositeCMYK により構成する事を前提にして対象を絞り込んで検討ができるようになるので、ROPG の設定もぶれずに考えられるだろうし、作業も早く行う事ができるだろうという狙いもあります。* 尚、テーラリング後の Gamut の C-L 断面の形状において、単墨点よりもくらい領域ができてその概形がハートマーク逆さまにした様な形になるのを防げるような配置になる式を考えようと思いました。* また、単純に直線で結でなく、ROPG の底面側の形状の特徴が出る様な式を使おうと考えました。* また、使う計算式は極力難しくしたくないと考え、前出の式でテーラリング後の点の座標を定義しようと思いました。* また、提示したテーラリング案は、あくまでコア領域の外は各社の裁量とした上で、コア領域外のマッピングに対し、各社が独自のポリシーで設計する意図がないケースにおいては、これを使って下さいという程度のもので、これに従わねばならないという強制力は付けない事としました。* 例えば、コントラストを重視したいとの意図があれば、ハートマークをひっくり返した形の様になったま CoreArea&BlackTailoringSample.nb 3 で検討ができるようになるので、ROPG の設定もぶれずに考えられるだろうし、作業も早く行う事ができるだろうという狙いもあります。* 尚、テーラリング後の Gamut の C-L 断面の形状において、単墨点よりもくらい領域ができてその概形がハートマーク逆さまにした様な形になるのを防げるような配置になる式を考えようと思いました。* また、単純に直線で結でなく、ROPG の底面側の形状の特徴が出る様な式を使おうと考えました。* また、使う計算式は極力難しくしたくないと考え、前出の式でテーラリング後の点の座標を定義しようと思いました。* また、提示したテーラリング案は、あくまでコア領域の外は各社の裁量とした上で、コア領域外のマッピングに対し、各社が独自のポリシーで設計する意図がないケースにおいては、これを使って下さいという程度のもので、これに従わねばならないという強制力は付けない事としました。* 例えば、コントラストを重視したいとの意図があれば、ハートマークをひっくり返した形の様になったままでも良いと思います。(まあ、その場合、黒よりも暗い色が混在すれば、黒点は暗い灰色に見えてしまうでしょうから、注意が必要かと思えます。そういった面倒を避けようと思いました。) * 前出の式においては、角度比率も掛けていますが、その角度計算においては M 点の代わりにあるいは W 点を設定しても良いかもしれませんが、その方がむしろ良いかもしれません。W 点を使用してテーラリング点の計算もしてみましたが、修正点座標こそ別になります。Gamut の形状は似た様な形になります。* また、補正前後の差異を無くすにはもっと良い計算式が沢山あると思えます。* 提示したものは、あくまで単墨明度が下がらない場合を対象として、その時のテーラリング方法

を提示していますが、単墨時に限定されず、実際の運用においては、明度レンジがどうやっても規定された ROPG と同じにはできない時に適用する事ができる様にと、その時の事も含めて修正できる方法として提案しました。

Q2.Core 領域をもし、60%で規定すると格子点が少な過ぎるのでは？

A2.まず、これは暫定値でして 60%という数値に科学的な根拠はありません。理解を促進してもらう為に設定したものです。それを踏まえた上でですが、指摘の様に本当に 60%にした場合、確かに指摘の通り、格子点は少な過ぎるかも知れません。例えば、336 色チャートの RGB 値で Core 領域を規定するのなら、6x6x6Matrix 部ならば、その中央部分の 4x4x4=64 点で設定する様な事になります。そうだとすると、なるほど確かに、それではちょっと格子点は少な過ぎるかもしれないと私も思いました。そこで、その様な観点からも少しだけ考察してみたのですが、もしかしたら大丈夫なのではないかという気もしています。おそらくですが、まっとうな設計者ならば色が不連続になる事を避けるはずで、だとしたら、コア領域外は各社の裁量とする事には、なっていたとしても、『コア領域においては各社は共にある RGB 値を入力した時は同じ Lab 値を返す様に努めて設定しなければならない』という制約があって、これと抱き合わせるならば、連続性を確保しようとしたら、コア領域外に対しては各社の裁量権はあっても、それほどに減茶苦茶に自由な設計はできず、嫌が応にもある程度は、そこそこの範囲に設定せざるを得なくなり、ある程度の範囲に各社の設定点が絞り込めるかも知れないとの考えに行き着きました。少なくとも、あまりにも異なる設定は出来なくする事ができるのでは無いかという気がしています。それにもしも、範囲を絞り込めなかったのなら、その場合は前出のコア領域を設定する際の比率をもう少し上げてあげれば良いのです。逆に縛りがきつ過ぎるなら、比率を下げれば良いと考えました。勿論、所詮、これらは想像の域を超えていませんから、実験を含めて検証してみないと迂闊な判断はできないと思います。

Q3.コア領域を設けた理由は？

A3.ROPGと全く同じに作る事はできないだろうし、その際にクリッピングしてしまうのでは画像的に様々な問題が起こると想像できた事によります。加えて、ROPGをあまりにきっちり決めてしまえば、企業努力により色域を広げてきたメーカーがその恩恵を受けられないのでは、そういった業界を引っ張ってくれるメーカーが報われないだろうし、かといって、ROPG領域を表現し切れないメーカーが、あまりに不利になってしまわない様にして、共に発展できるようにしなければ、やはり、これは使われない規格になってしまうだろうという考えから、ばらけさせず単独先行は難かしいけど、落ちこぼれも出さず、それでいて、企業努力をしているメーカーには、少しかも知れないけど、それなりのメリットが与えられる方法はないかと考えてみた所、ある程度CoreArea&BlackTailoringSample.nb 4Q3.コア領域を設けた理由は？ A3.ROPGと全く同じに作る事はできないだろうし、その際にクリッピングしてしまう

のでは画像的に様々な問題が起こると想像できた事によります。加えて、ROPGをあまりにきっちり決めてしまえば、企業努力により色域を広げてきたメーカーがその恩恵を受けられないのでは、そういった業界を引っ張ってくれるメーカーが報われないだろうし、かといって、ROPG領域を表現し切れないメーカーが、あまりに不利になってしまわない様にして、共に発展できる様にしなければ、やはり、これは使われない規格になってしまうだろうという考えから、ばらけさせず単独先行は難かしいけど、落ちこぼれも出さず、それでいて、企業努力をしているメーカーには、もしかかも知れないけど、それなりのメリットが与えられる方法はないかと考えてみた所、ある程度の範囲だけを規定する様にしたら、意外とそれが妙案かも知れないと思えて来て、だろうかと考えてコア領域を設定する提案に至りました。また、前に、ISO12641だったかのスキヤナの標準チャートだかの方法論の説明をして頂いた事がありました。その考え方を取り入れ少しアレンジしました。ISO12641の方法論は明度水平方向の距離で規定していましたが、それだと今回の黒点のケースでは、適応できなくなってしまうので、グレイ点Mを設置してそこからの半径で規定する事にしています。Q4.他に残されている課題は？A4.提案した方法は、明度領域レンジがROPGに合わない場合を想定していますが、実際には彩度方向にもレンジが合わなくなる事が予想できます。その際は、Gamut形状の概形の関係から幾つかのケースに分けて考える事ができそうだと想像していますが、ある程度、規定しておいた方が差異を小さくできると思います。但し、それぞれのケースに際して、どの様にテーラリングするのがよいのかは、また、議論や実験が必要そうですので、今回は、その手法に触れるのを控えさせて頂いています。

Suitable printer color reproduction for office environment – (1)

Fumio Nakaya, Akihiro Ito, Makoto Qunigoh, Fuji Xerox Co., Ltd., Kanagawa, Japan
Hirokatsu Shimada, Konica Minolta Business Technologies, Inc., Kanagawa, Japan
Kenji Fukasawa, Seiko Epson Corporation, Nagano, Japan
Takeshi Shibuya, Ricoh Printing Systems, Ltd., Ibaraki, Japan
Hirohisa Yaguchi, Chiba University, Chiba, Japan

Abstract

One of the most important aspects in office color printer is to enable a naive user to reproduce a good color reproduction without any extra efforts. Another important aspect, especially in office, is to get the same color reproduction regardless of which printer model they use. Unfortunately, printer manufacturers tried to please a customer by improving color image processing algorithm with their own goal, and this act as an obstacle to the bi-collateral of above two customer requirements.

One way to resolve this conflict is to establish common color reproduction mode. Two approaches are implemented, one is to use a common GMA (Gamut mapping algorithm) and another is to use a common printed color and intermediate color space conversion.

Office color printer GMA was evaluated, using CIE TC8-03 guideline¹ with the CRT to print workflow. 4 types of GMAs, 10 office color printer models, 4 test images and 30 raters to perform rating test. As a result, the effect of “printer model” and “printer model x test image” were stronger than GMA. Also further analysis indicated that to get a printed color and intermediate color space relationship, which provides a good rating score, requires more efforts.

Introduction – Issues in office color printer color management

As the world of multimedia including photography, graphic arts and motion picture is growing and digitalizing rapidly, naive users encounter an opportunity to access color information more and more. Internet global information exchange makes color information widely spread around the world, and home and office use documents “color matching” demand increases in its level and variety. Color management concept, which can coordinate various color-related devices from input to output, gained its importance among both software and hardware manufacturers.

In office color printer, reproduction of a good color by a naive user is one of the most important aspects. But there is competition among printer manufacturers to please a customer so as to get the best selling position and it acts as an obstacle. There are many activities to resolve this

conflict. Interconnection color management standards of various color devices were developed by manufacturers collaboration efforts.

In multimedia equipments and systems, applicable color management-related standards such as sRGB², ICC profile³, etc. are now available. sRGB is a color space with RGB, and 1931 CIE XYZ⁴ relationships are defined as a set of formula. ICC profile is a standard format, which describe various color devices input and output characteristics and it defines conversions between device dependent color space and device independent color space, so called PCS (Profile Connection Space).

ICC profile, as a comparison with sRGB, can describe color devices input and output characteristics more in detail flexibly. sRGB is convenient means and requires no detailed prior arrangements.

After sRGB is standardized, color management issues and number of complaints decreased in color devices interconnections such as digital camera and color printer. So many manufacturers practically adopt color devices ICC profile when it is known, and when it is unknown, use input color space as sRGB color space.

Some people are beginning to feel that the current available color management-related standards are not sufficient to office color printer as represented by electro photography and inkjet. One of the biggest reasons is a huge variety (about 30 degree) of primary color hue angle difference. This variety is not only a difference of marking technology, but also an intellectual property blocks use of the same colorant.

Other color management-related attributes are; color matching objective, difference of viewing condition between profile making environment (D50) and office consumer environment (around 4000K), original scene or document type, adopted color space, gamut mapping algorithm, accuracy of color matching system, gamut volume, media and color measurement backing material, fluorescence in media and colorant, color instability and non uniformity in one page.

Office color printer customer desires are, for example,

- (1) The same color reproduction both in their office, and at a copy shop. Many copies of documents are hard to carry, so customers want to print it at the place they need.

- (2) The same color reproduction of multiple color printers at a copy shop. It takes a time to print many copies of color documents and usually using multiple color printers to accelerate print job.

Color difference of printer-to-printer is eye-catching, and improvement is highly desirable in the current office color printer market.

So far, color printers with reflective prints and RGB inputs input-output color characterization method is standardized as IEC61966-7-1: 2001⁵, and GMA evaluation guideline is reported as CIE 156:2003¹.

The next step is to characterize printer models to find a way to achieve the same color reproduction. Two approaches are being implemented, one is to use a common GMA (Gamut mapping algorithm) and another is to use a common printed color and intermediate color space conversion.

This paper is to report GMA evaluation test result (CRT to print) and future plan.

The outline of GMA evaluation

Major specification of Gamut mapping algorithm evaluation test is shown in Table 1.

Table 1 GMA evaluation test conditions

Attributes	Contents	
Workflow	CRT to print	
CRT	Nanao EIZO T566 17inch	White luminance 85 cd/m2 white chromaticity D65 ambient illumination 32lx Surround N2 grey
Printer	10 printer models	Illuminant 500 lx D50/F11 Luminance of paper white 100cd/m2 Surround N5 grey Recommended media
GMA	4 GMAs	GMA1: HPMINDE in CIELAB HPMINDE is "Hue-angle preserving minimum ΔE^*ab clipping" GMA2: SGCK in CIELAB (SGCK is "Chroma-dependent sigmoidal lightness mapping and cusp knee scaling") GMA3: SGCK in CIECAM02 GMAX: Manufacturer's choice
Test images	4 images	Ski (sRGB), SCID N7, Weather2, Disk4
Raters	30 raters	Age 23-54, male and female, researcher & engineers, image quality non & professionals
Characterization error	CRT	CIELAB delta E = 0.54 (Macbeth 24 colors)
	Printers	CIELAB delta E ave. = 3.21, min.=2.04, max.=4.90 (IEC61966-7-1 test chart, 10 printers average.)

Test images

In office color printer market, most of all the customers create easy-to-make, simple-contents business graphics as compared to graphic arts industries. They use sophisticated application software for complicated graphics. On the other hand, because of its simplicity, a large part of mid tone gray area tends to color, smooth gradation gets false contours, and these documents are fairly difficult originals. So, the simple business graphics originals were intentionally

created and add as a test images. Two photographic scenes and two simple business graphics were selected as the test images as shown in Fig.1.

Test image preparation workflow

For CRT to print sample preparation, test image is processed with the workflow as shown in Fig.2.



Figure 1. Test images

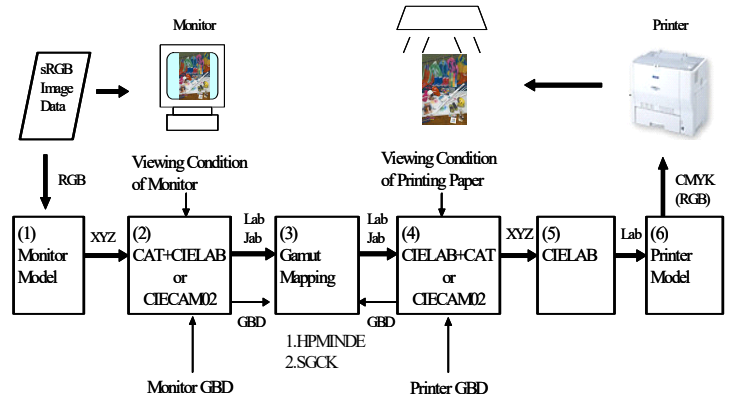


Figure 2. Workflow

The XYZ values were transformed to the gamut mapping color space by using CAT + CIELAB and CIECAM02, and the color value were mapped to the printer gamut. CAT02 matrix was used for Chromatic adaptation from CRT white to D50. CIELAB and CIECAM02 were adopted as gamut mapping color space in order to estimate the effect of the hue uniformity of these two color spaces. The combination of mapping color space and GMA was shown in Table 1.

The mapped colors were transformed to the XYZ value by using CIELAB + CAT and CIECAM02, and the printer dependent colors by the each individual printer characterization model prepared by manufacturer. The error of the printer characterization model is shown in Table 1.

The mapped colors were transformed to the printer dependent colors by the each individual printer characterization model prepared by manufacturer. The error of the printer characterization model is shown in Table 1.

Rendering issue

As previously expected, false contour occurred with 16 segments GBD (Gamut Boundary Descriptor), which was in the sample program provided at CIE TC8-03 web site ⁶. After several iterations, 72 segments were selected as a result of compromise between a magnitude of false contour and calculation time. A numbers of gamut boundary data were also evaluated and selected an appropriate number. Fig.3 shows an example of false contour level (HPMINDE)to be used in the test.

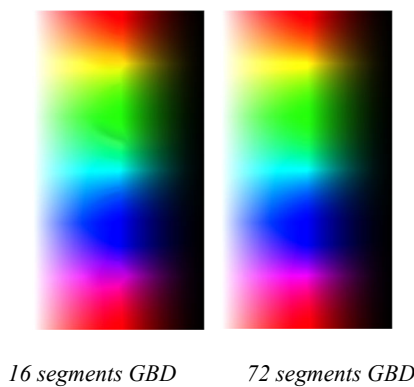


Figure 3. False contour

Office color printer unique conditions

There are test conditions specified in CIE TC8-03 guideline. All obligatory conditions were adopted, but some of the recommended conditions were modified to represent real office color printer market. Those are;

Paper size: Letter (8x11) / A4 (210x297)

Border: 5mm in all sides

Display ambient: not dark (ordinary office environment)

Regarding viewing conditions, adopted illuminant for print samples rating test were D50 and F11. F11 represents typical office viewing conditions. This paper only covers D50 results, and F11 results will be reported at another opportunity.

Rating procedure

7 levels Category rating method (7 is the best and 1 is the worst) used in rating test. 30 raters, range of age 23-54, male and female, researcher & engineers, image quality non-professionals & professionals participated in the rating test. Raters were asked to rate 160 samples (4 test images x 10 printer models x 4 GMAs). Raters were also asked not to take other image quality attributes, such as defects, into account for the rating score, and only focused on color accuracy between CRT to print, prior to the rating test.

Reprinted with permission of IS&T: The Society for Imaging Science and Technology sole copyright owners of IS&T/SID 13th Color Imaging Conference Proceedings.

Results

The contribution ratio (Normalization data) of each attribute is shown in Fig 4. The GMA and its Rating score are shown in Fig.5. By Fig.5, the best GMA is GMA1 in average. But by Fig.4, “printer models” and “printer models x test images” contribution ratio are significantly bigger than GMA.

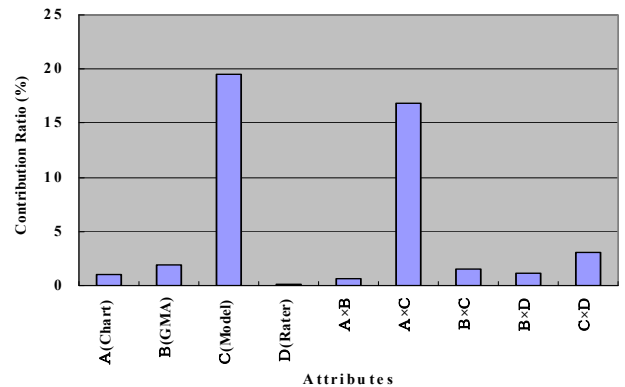


Figure 4. Contribution ratio

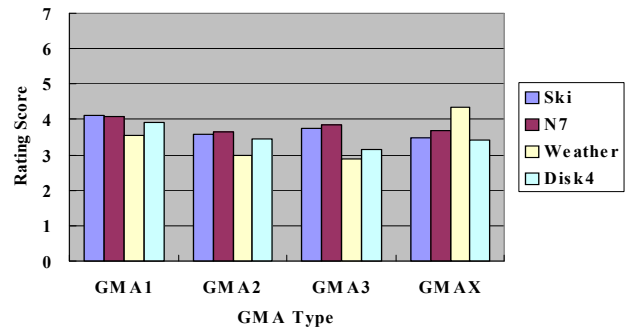


Figure 5. Type of GMA and Rating Score

Table.2 shows the effectiveness of GMA. The CIELAB delta E of GMAX is the worst in all test images, but it is the best in the business graphics rating score. In Table.2, the CIELAB delta E is the average delta E of 10 printer models. The comparison of GMA1 and GMAX in CIELAB color coordinate is shown in Fig.6. According to Fig.6, GMA1 has smaller printer model variation.

Printer model vs. rating score is shown in Fig.7. Printer model has the strong dependency in the test image type.

Discussion

There were several new findings; The best GMA is GMA1 (HPMINDE) in average; “printer models” and “printer models x test images” contribution ratio are significantly bigger than GMA, so more efforts are required to achieve optimum input and output color relationship; The

business graphics look like more difficult than the photographic scenes; Observers felt that they made judgment not by looking at all the colors in the sample, but looking at some elements, which gives special attention to them. Those should be reflecting to the data analysis.

Table 2 Outlook of GMA effectiveness

Image	Attributes	GMAX	GMA1	GMA2	GMA3
Ski	CIELAB delta E	11.7	8.3	9.8	9.3
	Rating Score	3.5	4.1	3.6	3.7
Weather	CIELAB delta E	12.0	8.8	8.2	7.6
	Rating Score	4.2	3.3	3.0	3.0

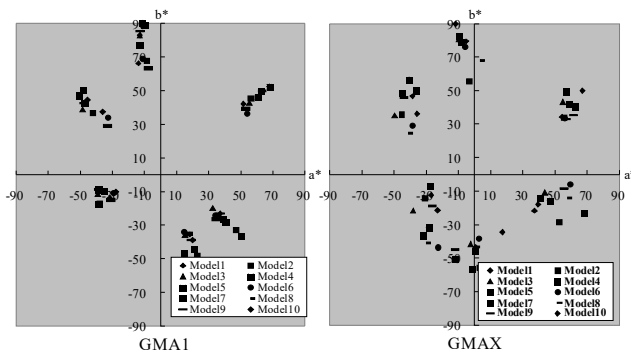


Figure 6. Comparison of GMA1 and GMAX (CIELAB)

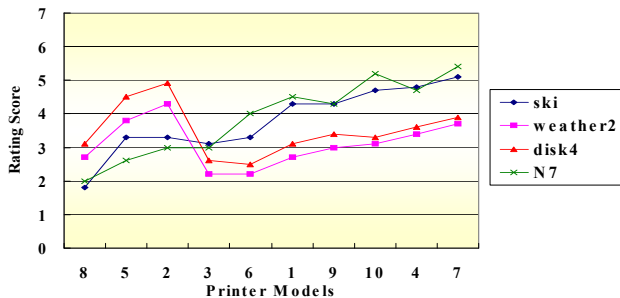


Figure 7. Models and test images

Conclusion

Office color printer GMAs were evaluated, using CIE TC8-03 guideline ¹. 4 types of GMAs, 10 office color printer models, 4 test images and 30 raters to perform rating test. As a result, the effect of “printer model” and “printer model x test image” were stronger than GMA. Also further analysis indicated that to get a printed color and intermediate color space relationship, which provides a good rating score, requires more efforts.

Future plan is to study printed color and intermediate color space conversion, which gives a good rating score. For

that, the categorical color mapping method will be used including other office environmental attributes such as office illuminant condition. CRT to print and print to print rating difference will be evaluated as well.

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge the contributions of JBMA (Japan Business Machine and Information System Industries Association) members such as Ricoh Co. Ltd., CASIO Computer Ltd., Toshiba TEC Corporation, Sharp Corporation and Brother Industries Ltd., in provide print sample, JCIE TC8-03 members and Chiba University students in prepare and participate in rating tests.

References

1. CIE 156:2003, “Guidelines for the Evaluation of Gamut Mapping Algorithms, CIE Technical Report”
2. IEC61966-2-1: Multimedia systems and equipment - Colour measurement and management - Part 2-1: Colour management - Default RGB colour space,(1999)
3. Specification ICC.1 2004-10 (Profile version 4.2.0.0) (2004)
4. CIE 15.2: Colorimetry, Second Edition,(1986)
5. IEC61966-7-1:2001,“Colour printers – Reflective prints – RGB inputs” (2001)
6. Invitation to Participate in CIE Gamut Mapping Study, <http://www.colour.org/tc8-03/>

Biography

Fumio Nakaya received his B.S degree in Mechanical engineering from Keio University in Japan in 1976. Since 1976 he has worked in research and development divisions at Fuji Xerox Co., Ltd in Kanagawa, Japan. His work has primarily focused on image quality and image quality design, including microscopic image structure for high quality color image using dry toner, color management in multimedia equipment and systems. He is a member of the IS&T and the Institute of Image Information and Television Engineers.

Fumio Nakaya
 Fuji Xerox Co., Ltd.
 Development & Manufacturing Group,
 Technology & Development
 430 Green Tech Nakai, Sakai Nakai-cho,
 Ashigara Kami-gun, Kanagawa 259-0157, Japan
 Tel: (011)81-465-80-2395
 Fax: (011)81-465-81-8964
 E-mail: fumio.nakaya@fujixerox.co.jp

Abstract Title— Suitable printer color reproduction for office environment – (1)

Fumio Nakaya, Akihiro Ito, Makoto Qunigoh, Fuji Xerox Co., Ltd., Kanagawa, Japan
Hirokatsu Shimada, Konica Minolta Business Technologies, Inc., Kanagawa, Japan
Kenji Fukasawa, Seiko Epson Corporation, Nagano, Japan
Takeshi Shibuya, Ricoh Printing Systems, Ltd., Ibaraki, Japan
Hirohisa Yaguchi, Chiba University, Chiba, Japan

Abstract

One of the most important aspects in office color printer is to enable a naive user to reproduce a good color reproduction without any extra efforts. Another important aspect, especially in office, is to get the same color reproduction regardless of which printer model they use. Unfortunately, printer manufacturers tried to please a customer by improving color image processing algorithm with their own goal, and this act as an obstacle to the bi-collateral of above two customer requirements. One way to resolve this conflict is to establish common color reproduction mode. Two approaches are implemented, one is to use a common GMA (Gamut mapping algorithm) and another is to use a common printed color and intermediate color space conversion. Office color printer GMA was evaluated, using CIE TC8-03 guideline¹ with the CRT to print workflow. 4 types of GMAs, 10 office color printer models, 4 test images and 30 raters to perform rating test. As a result, the effect of “printer model” and “printer model x test image” were stronger than GMA. Also further analysis indicated that to get a printed color and intermediate color space relationship, which provides a good rating score, requires more efforts.

Keywords

Color management, CRT to print, Office color printer, Gamut mapping algorithm, Color space