

POD用カラーマネジメントシステムの開発

Development of a Color Management System for Print On Demand

山口 岳 志*

Yamaguchi, Takeshi

要旨

Print On Demand (POD) における多様な色データ形式の入稿に対して、ワークフローの上流における色変換を不要とし、最下流のプリントコントローラにて色変換を保証するカラーマネジメントシステムを、プリントコントローラPagemaster RIP 6500とカラープロファイルColorcontrol-LM Lite 2の構成にて製品化した。プリントコントローラには、入稿されたデータに含まれる各オブジェクトの種別（RGBかCMYKか、またPhotoかGraphicsか、さらにICCプロファイルが埋め込まれているか否か）を判別して、それぞれに応じた色変換を実行する機能を持たせた。また、カラープロファイルには、Hi-End Direct Color Proof (DCP) 向けの色調整機構に加えて、所望の色を指定可能な独自のレンダリングインテント“記憶色再現”を搭載した。これら二つを組み合わせることにより、あらゆる色データ形式に対して所望の色再現を実現するシステムを構築した。本稿ではその詳細技術を紹介する。

Abstract

We developed a color management system consisting of the Pagemaster RIP 6500 print controller and the Colorcontrol-LM Lite 2 color profiler. This color management system supports print on demand because it can guarantee all color conversions for all types of objects in a printing job at the final printing. The Pagemaster RIP 6500 has new architecture that converts an object's color according to its type, e.g. RGB or CMYK, image or graphics, and with or without an embedded ICC profile. The Colorcontrol-LM Lite 2 creates a CMYK-CMYK device link profile (DLP) intended for high-end direct color proofing (DCP), and an RGB-CMYK DLP, for which a newly developed color rendering intent “reproduction of memory color” can be used. Using this new system, we can reproduce all object types. In this paper, we present details of the technological developments that led to this system.

1 はじめに

近年、Print On Demand (POD) 市場において、RGB形式によるデータ入稿が増加している。その背景として、デジタルカメラの低価格化・高性能化や、RGBデータを出力とするオフィス系アプリケーションの普及が挙げられる。日本広告写真家協会では、RGB形式によるデータ入稿方法を提唱¹⁾するにまで至っており、そこでは、ICCプロファイルを埋め込む運用形態が推奨されている。

撮像時点でデジタル化されているRGBデータは、ネットやメディアを介した入稿はもちろん、ICCプロファイルを用いた色指定が容易であるというメリットを有する。印刷会社においても、最終印刷の直前までCMYK変換せずにRGB形式のまま維持しておけば、データの修正や差し替えに伴う作業上の手戻りが少なくなる。さらに、RGBデータの有する広色域情報を維持したワークフローは、DAM (Digital Asset Management) を介したワンソース・マルチユース運用、クロスメディア戦略の基盤となる。

このようにRGB形式のデータには様々なメリットがあるにも関わらず、印刷会社の小ロット・短納期業務の切り札となるはずのPOD運用の阻害要因となっている。例えばPODへの入稿形式は、RGBとCMYKの混在や、埋め込みプロファイルの有無、さらにはオフィス系アプリケーション形式での入稿など多岐に渡るが、操作者が各々の形式を逐次チェックしたうえで個別の色変換作業を実行することは、PODの狙いに反して工数が増大するばかりでなく、色変換作業のミスなどトラブルにつながりかねないのである。また、写真を出力する場合は自然な色合い、プレゼンテーションデータの場合は鮮やかさを強調した色合いというように、用途に応じて所望の色再現自体が変わってしまう。さらに、RGBからCMYKへの変換に“唯一の正解”が無いことも課題となる。RGBとCMYKの色域の差を測色的な色変換で解消することは不可能であり、すべての人を満足させる色変換方法自体が存在しないのである。

こうした背景から、我々はPOD用カラーマネジメントシステムの課題を、多様なデータ形式の混在運用の保証と、RGBからCMYKへの変換の自由度向上（好ま

* コニカミノルタエムジー(株) 開発センター GIシステム開発室

しい色再現を操作者自ら規定可能な環境構築)と定義し、その検討結果を、ワークフローの最下流にあたるプリントコントローラとカラープロファイラに集約した。これにより、印刷業界におけるPOD運用の活性化を狙う。

以下、本システムの概要と採用技術について述べる。

2 Pagemaster RIP 6500

Pagemaster RIPとは、印刷市場向けの色管理・データフロー管理技術を電子写真エンジンに最適化したプリントコントローラ^{2,3)}である。従来の51ppm (print per minute) エンジン用の製品を65ppmエンジン用にグレードアップするにあたっては、POD用カラーマネジメントの第一の課題である、多様なデータ形式混在運用の保証のために、アーキテクチャの全面変更に遡る対策を行った。

2. 1 システム概要

Fig. 1 にシステム概要図を示す。対象プリンタに搭載されている文字品質向上機構、および輪郭スムージング機構を活かすため、コントローラの画像処理エンジンには、印刷ジョブデータ内のオブジェクトの“種別判定部”と“エッジ抽出部”，さらに“プレーンデータ生成部”という新たなオブジェクト処理機構を搭載した。コントローラは画像情報以外に、種別情報、エッジ情報をプリンタに転送する。

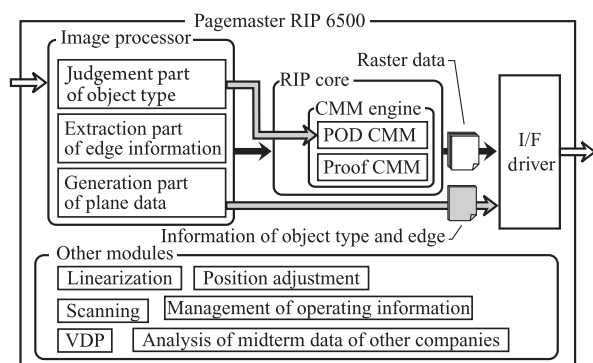


Fig.1 System architecture of Pagemaster RIP 6500

2. 2 色変換フロー

Pagemaster RIP 6500の色変換エンジンには、従来から有するプルーフ用“標準モード”に加え、POD用“拡張モード”を新設した。Fig. 2 に各モードの色変換フローを示す。

標準モードとは、フルスタデータに対する色変換にて高精度のオーバープリント再現と色再現を実現する、プルーフ用途のモードである。この用途においては、CMYKオブジェクトに対する墨版保持、中間調のにご

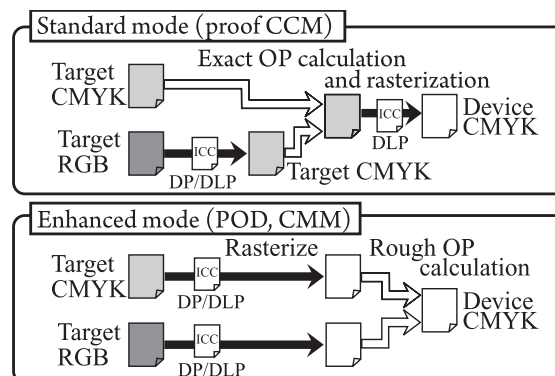


Fig.2 Two modes of color conversion flow

り除去といった高精度な色変換が必要となるため、処理速度の維持を目的に、コントローラが最終的な色変換テーブルをDevice Link Profile (DLP) の形式で静的に保持する。尚、RGBオブジェクトを処理する場合は、DLPまたはDevice Profile (DP) を用いてターゲットのCMYK空間に変換した後、プリンタのCMYK空間に再変換する。

これに対し、拡張モードはオブジェクト単位に色変換を行なうモードであり、前述の“オブジェクト種別判定部”の判定結果を活用し、RGB/CMYK、自然画像/グラフィックス、埋め込みプロファイルの有/無といったオブジェクト種別に応じて最適な色変換（複数のDLP, DPを種別に応じて動的に自動適用）を実行する。RGBデータの広色域を最大限に活用した独自の“色作り・絵作り”が可能であり、必ずしもターゲットCMYKと色を合わせる必要のないPODに適している。また、RGBオブジェクトを一度の変換で最終CMYKに変換できるため、多重変換による色域劣化がないうえ、オブジェクト単位の色変換はフルスタ処理との比較で演算量が少ないため、POD用途の高速処理が実現できる。

標準モードと拡張モードは、Pagemaster RIP 6500上のGUIスイッチにて切り替えるものとし、操作者のシステム利用目的（プルーフ/POD）に合わせたカラーマネジメントサービスを提供可能とした。

2. 3 拡張モードにおける色変換例

Fig. 3 にPOD用途を想定した印刷ジョブデータと、それに対するプロファイルの適用例を示す。このジョブには、①プロファイルが埋め込まれていないRGB自然画像、②プロファイルが埋め込まれたRGB自然画像、③RGBグラフィック、④CMYK写真画像の4種のオブジェクトがレイアウトされている。この場合、①に対しては自然な色再現、②に対してはカメラマン・デザイナーの意図通りの色再現、③に対しては彩度を強調した色再現、④に対しては測色的な色再現、といったオブジェクト別の色再現が必要となる。

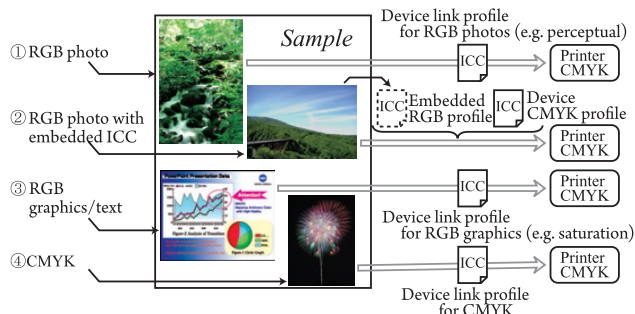


Fig.3 Uses of ICC

Pagemaster RIP 6500の拡張モードにおいては、色変換設定要否・DP/DLP選択・埋め込みプロファイル利用要否をオブジェクトの種類別に設定可能としており、異なる印刷ジョブデータとして多様な形式が混在する場合はもちろん、上図のように単一のジョブデータ内に混在する場合であっても有効に機能するよう構成している。このことは、すべての印刷ジョブ、すべてのオブジェクト種別をすべての方法で処理可能であることを意味する。

3 Colorcontrol-LM Lite 2

従来CMYKデータ専用のカラープロファイルであったColorcontrol-LM LiteをRGBデータ兼用に拡張するにあたっては、POD用カラーマネジメントの第二の課題である、RGBからCMYKへの変換の自由度向上（好ましい色再現を操作者自ら規定可能な環境構築）に着目した。

3. 1 システム概要

ソフトウェアはCMYK-CMYK変換用DLP作成ツールと、RGB-CMYK変換用DLP作成ツールで構成される（Fig. 4）。

CMYK-CMYK DLP作成ツールは、各色のベタ保持機能と中間にゴリ除去機能、最終的な調整機構であるカ

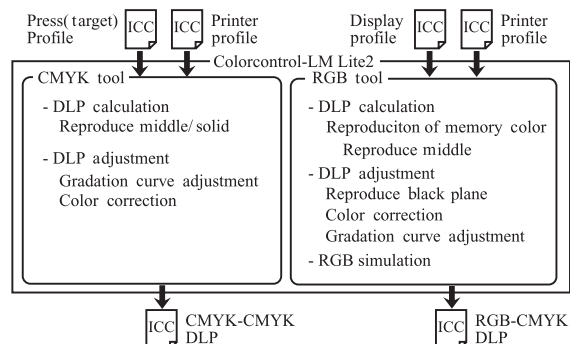


Fig.4 Software architecture of Colorcontrol-LM Lite2

ラーコレクション機能を搭載した、プルーフ特化ツールである。

新設のRGB-CMYK DLP作成ツールには、所望する色再現情報を操作者自身が定義可能な“記憶色再現”機能と、ディスプレイ上でCMYKの測色値をシミュレートするRGBシミュレーション機能、ならびに特定色のカラーコレクション調整機能を有する。以下はRGB-CMYK DLP作成ツールの各機能の詳細である。

3. 2 記憶色再現

Fig. 5に、対象の電子写真エンジンの色域と、sRGBディスプレイの色域を $L^*a^*b^*$ 色空間で示す（図は a^*b^* 平面）。電子写真エンジンでは、sRGBディスプレイの緑や青の色相の高彩度色が再現不能であることが読み取れる。

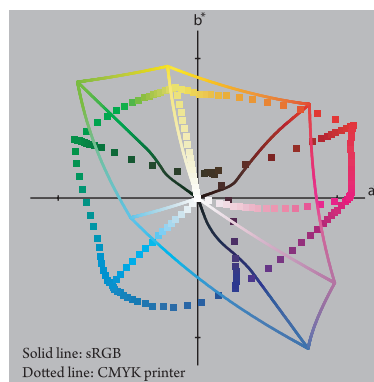


Fig.5 Color gamut comparison: RGB monitor versus CMYK printer (a^*b^* plane)

これほどの色域の乖離が生じている場合、2つの色の色差（色空間上の距離）を最小にするような色変換を行なったところで、操作者のイメージする色再現は得られないという問題がある。これ解決するために、Colorcontrol-LM Lite 2には、ICC準拠の4つのレンダリングインテント（絶対測色、相対測色、知覚的、彩度）に加え、新たに“記憶色再現”という概念を導入した。

いわゆる記憶色とは、人に強くイメージされている色のことであり、実際の色とは異なることが特徴である。“空の青”や“人の肌色”、“桜のピンク”などが記憶色の例に挙げられる。本ソフトウェアにおける記憶色再現とは、操作者自身がイメージする色を尊重してRGB-CMYK変換を行なうことを指す。例えば、RGBディスプレイの青はCMYKプリンタの青のどれにも当てはまらないため、操作者自身に“青”と感じる色を選択してもらい、ソフトウェアは当該選択色の情報を用いてプロファイルを作成するのである。Fig. 6に記憶色再現用プロファイルの生成フローを示す。

まず操作者は、ソフトウェアガイダンスに従い、対象

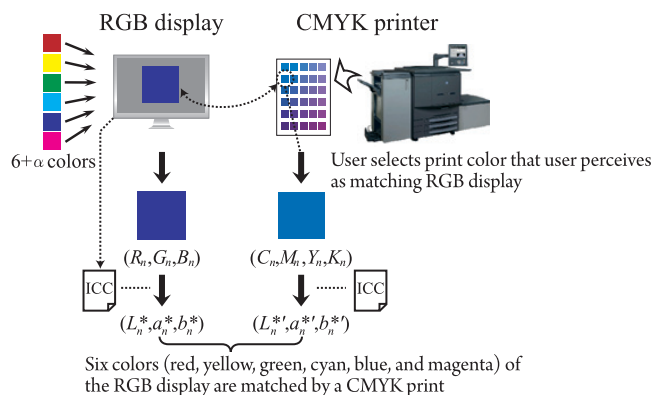


Fig.6 Perceptual color matching between display and printer in "reproduction of memory color"

色付近の色を配置した色票群をプリンタで出力し、対象ディスプレイ上の再現色と目視比較をすることで、所望の色を決定する。これをRed (R), Yellow (Y), Green (G), Cyan (C), Blue (B), Magenta (M) の6色に対して実行する。

次にシステムは、操作者が選択した6色のCMYK情報をもとに、各々に対応する $L^*a^*b^*$ 値をプリンタプロファイルから算出する。また、当該6色のRGB値に対する $L^*a^*b^*$ 値をディスプレイのプロファイルより取得する。さらに、R,Y,G,C,B,MにICCから取得した白情報と黒情報を加えることで、入力空間と出力空間のそれぞれにおいて $L^*a^*b^*$ 色空間の12面体を定義する。

こうして定義された一対の12面体には、それぞれ、上記6色のうち隣接する2色 (C_1 , C_2) と、白 (W) と黒 (K) で構成される四面体 C_1C_2WK が6個含まれる (Fig. 7)。各四面体において、入力RGBから目標CMYKまでの空間の写像を定義し、どの四面体にも含まれないRGB値に対しては、補外計算をすることで、すべての入力RGBから目標のCMYKへの写像を、 $L^*a^*b^*$ 色空間上にて定義する。

Fig. 8 に写像例の全体の模式図 (a^*b^* 平面) を示す。6頂点を、印刷現物である色票から選択したことで、プリンタの色域内に目標の色空間が再現できていることがわかる。外に大きく広がるRGB色域をこの目標色空間に圧縮するため、色の“飛び”が少ない写像が可能となった。

また、本ソフトウェアでは、R,Y,G,C,B,Mの6頂点だけでなく、任意の色を自由に同手法で規定することが可能であるため、コーポレートカラーや肌色など重要な色の再現に有用である。

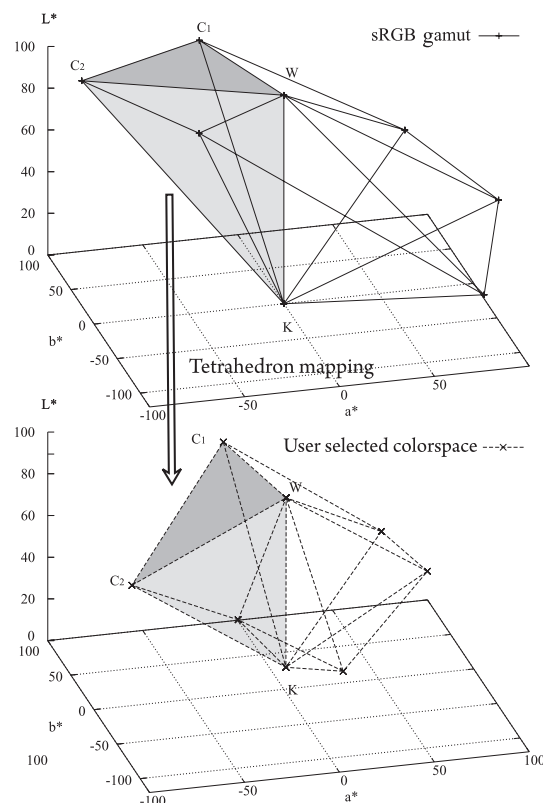


Fig.7 7 Example of tetrahedron mapping

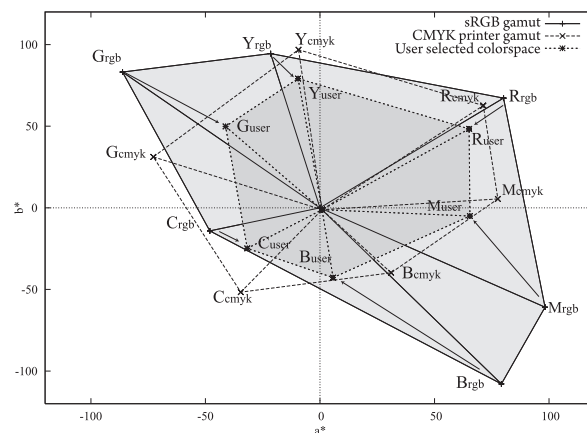


Fig.8 Gamut mapping by "reproduction of memory color"

3. 3 RGBシミュレーション

どのレンダリングインテント (絶対測色, 相対測色, 知覚的, 彩度, “記憶色再現”) を用いてRGBからCMYKへの写像を決定したとしても、その色域の差の大きさから、一度で完全な色変換設定を行なうことは困難であり、プロフェッショナルユースの観点では、必ず微調整の行程が必要となる。そこで、実際の印刷操作を必要とせず、色変換の結果を操作端末のディスプレイ上に表示するシミュレーション機能と、当該シミュレー

ション結果をカラーコレクション操作に連動させる機能を実装した。

Fig. 9にRGBシミュレーション機能（左図）とカラーコレクション機能（右図）のGUIを示す。前者においては、選択した画像の変換前のRGB画像と変換後のCMYK画像を隣接表示し、作成中のDLPに変更があるとリアルタイムで表示が更新されるよう構成した。さらに、画像内の特定画素を選択可能なスポイトツールは、選択された画素のRGB値とCMYK値を取得のうえ、これをカラーコレクション機能に転送することが可能である。変換結果をリアルタイムで確認しながら微調整作業を行なうことができるため、操作性が格段に向上する。

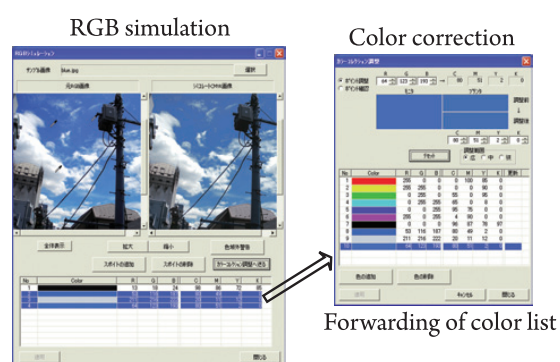


Fig.9 GUIs of RGB simulation and color correction

4 おわりに

プリントコントローラ“Pagemaster RIP 6500”とカラープロファイラ“Colorcontrol-LM Lite 2”の採用技術を報告した。

プリントコントローラとカラープロファイラの全面設計変更にて、従来のカンパ・プルーフ運用（CMYK処理）において市場から高評価を得ていた色管理機能を維持したまま、POD運用におけるカラーマネジメントの課題である、多様なデータ形式の混在運用の保証と、RGBからCMYKへの変換の自由度向上（好ましい色再現を操作者自ら規定可能な環境構築）を解決することに成功した。POD運用、並びにRGBワークフローが発展期を迎えつつある印刷業界に対して、本カラーマネジメントシステムを投入する意義は大きい。本システムに対する市場評価を次期システム開発に反映する。

●参考文献

- 1) 日本広告写真家協会, “RGBワークフローガイド2007”, <http://apa-japan.com/>, (2007)
- 2) 星野透, KONICA Tech. Rep., 14, 25 (2001)
- 3) 木戸淳, 星野透, “KONICA MINOLTA Tech. Rep., 2, 181 (2005)