テレビジョン学会ハイビジョン標準画像による カラーマネージメントの検討

正会員 中 嶋 正 之[†]西 岡 貞 一^{††}

Color Management Evaluation Using ITE Hivision Test Image

Masayaki Nakajima[†] and Teiichi Nishioka^{††}

あらまし テレビジョン学会が作成したハイビジョン標準画像を利用して、3方式のカラーマネージメント方式による印刷特性の比較実験を行った。主観評価により、CMYの色相をシフトさせる方式が見かけ上良好な結果が得られることを示している。

1. ま え が き

ハイビジョンや電子スチルカメラあるいはPhoto CDといった写真以外のデジタルイメージが印刷の原稿として使用される機会が急激に増えている。最近ではこれらを応用したフィルムレススタジオなども提案されている。デジタルイメージに対するプリプレスでは、写真原稿が存在しないため、CRTモニタ上の画像が色彩情報伝達のための重要な手がかりとなる。従来CRTモニタ上の色彩情報を印刷物に変換するためには、経験豊富な製版技術者が不可欠であった。しかし、デジタルイメージの増大と熟練技術者の不足により、誰でも使える色変換技術が求められている。その際の最大の課題は、印刷物やカラーハードコピーとCRTモニタといった異なるメディア間での色再現技術であり、これらを統合的に扱うために各メディアの特性を十分に把握し、色彩科学に基づいて共通のカラースペースで色彩情報を取り扱おうというのがカラーマネージメントシステムである¹⁾²⁾。

本研究速報では、テレビジョン学会ハイビジョン標準画像を用いて、カラーマネージメントの3方式による印刷実験を行ったので報告する。

図 1 色再現域の比較
Comparison of color gamut.

2. ガマットマッピングのアルゴリズム

CRTモニタの蛍光体と印刷インキの色材では、再現できる色の範囲が異なる。CRTモニタ(6500 K, $\gamma=2.2$)と印刷物(富士写真フィルム製 Colorart)の色再現域の比較例を図1に示す。

キーワード：カラーマネージメント、ハイビジョン標準画像、ガマットマッピング

1996年2月9日受付、1996年3月18日再受付

[†] 東京工業大学 情報理工学研究所 (〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1, TEL 03-5734-2183)

^{††} 凸版印刷株式会社 画像情報センター (〒112 東京都文京区水道1-3-3, TEL 03-3817-2875)

[†] Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology (2-12-1, O-okayama, Meguro-ku, Tokyo 152, Japan)

^{††} Toppan Printing Co., Ltd. (1-3-3, Suido, Bunkyo-ku, Tokyo 112, Japan)

テレビジョン学会誌 Vol. 50, No. 6, pp. 725~729 (1996)

図 2 ガマットマッピングの代表的な考え方
($L^*a^*b^*$ 空間における L^* 軸での断面)
The typical methods of gamut mapping.

CRT モニタでは彩度の高いグリーンやブルーの再現域が広く、印刷物ではシアンやイエローの再現域が広い。双方の再現域そのものが異なるので、いくら巧妙に色変換を行っても、CRT モニタのグリーンやレッドは印刷物での測色的再現が難しく、反対に印刷物のイエローは CRT モニタでは出力できない。異なるメディア間の色再現域(GAMUT)を一致させることはガマットマッピングと呼ばれ、カラーマネージメントシステムにおける最も重要な部分である。

図 2 にガマットマッピングの代表的な考え方を示す。図 2(a)では印刷と CRT の色再現域の共通領域を保存し、はみ出した部分は明度を維持したまま、印刷の色再現範囲の外縁に写像する。CRT の色を忠実に印刷できるので、ロゴマークやコーポレートカラーの表現に向いている。なお図 2 は $L^*a^*b^*$ 空間において L^* 軸である断面を示したものである。図 2(b)では印刷の色再現域を越えた色に対しては、彩度を変化させないような色再現域の圧縮を行う彩度保存型ということにする。図 2(c)では、CRT と印刷の最高輝度と最低輝度を相対的に一致させ、相対的にすべての色を再配置する。個々の色の相対関係が保存されるので、自然画などの表示に利用する。

これに対し「CRT モニタの色彩情報をすべて出力側の色再現範囲内に相対的な関係で表示する。その際、測色的には一致しないが、主観的には双方が近い色を表示していると感じられるように色相のシフトを含めて変換を行う」という変換方法も提案されている³⁾。

以下、これを色相角回転と呼ぶことにする。

3. 印刷実験結果

実際のカラーマッピング用の LUT (Look-up table) の決定に際しては風景、人物等を撮影したハイビジョン映像や CG 画像を原稿として使用した。LUT の最適化は、ハイビジョン映像と印刷物を専門

(a) 共通領域保存

(b) 彩度保存

(c) 色相角回転

図 4 カラーマネージメントによる印刷サンプル例
Printing example used color management.

の製版技術者に繰り返し提示しながら行った。明度域については CRT モニタと印刷物の最高明度・最低明度をそれぞれ一致させ、両者を相対的に対応させる。彩度についても両者の相対関係が保存されるよう座標

図5 各種のガムットマッピングの実測値
Measuring results of gamut mapping.

変換を行った。ここでは、3つの異なるマッピング法を用いて印刷サンプルを作成したので報告する。

図3(a)～(c) [84ページに掲載]は、ハイビジョンシステム評価用標準動画像を原稿として印刷した実験結果の例である。図3(a)は、図2(a)に示すモニタと印刷物の再現域をそれぞれ保存するアルゴリズムである共通領域保存型を利用した際の印刷結果である。その結果、共通領域である中間部の再現は良好であるが、ハイライト部とシャドウ部での諸調再現性は著しく低下していることがわかる。図3(b)は、図2(b)に示す彩度保存のアルゴリズムにより変換を行った結果である。髪の毛や着物のハイライト等も再現されているのがよくわかる。図3(c)は、文献3)に基づき色相角を回転させ全体のカラーバランスを調整した結果である。ハイビジョンモニタとこの印刷物を比較すると、ブルーの再現域がいかに自然であるかが観察できる。図4(a)～(c)は、コンピュータによって作成した画像を原稿とした同様の印刷実験の例である。

マッピングのアルゴリズムは図3(a)～(c)のハイビジョンと同様の組合せを用いている。図4(a)の共通領域保存のアルゴリズムでは、コンピュータによるデザインという色再現が行われている。図4(c)はバランスは良いがグリーンやピンクの鮮やかさが失われている印象を受ける。図5に、今回のマッピングにおけるCRTと印刷物の色の関係を示す。CIEの Lab カラースペース上にそれぞれの測色値を表示した。図5(a)は共通領域保存型、図5(b)は彩度保存型、さらに図5(c)は色相角を回転させるアルゴリズムである。

大きな四角はCRT上、小さな菱形は印刷物上の色を表す。カラースペース上での相互関係を理解しやすくするために、立体視を用いている。並行視法で注視していただければ、再現域の立体的な比較が行える。

共通領域保存型と比べ彩度保存では全体的に各色の位置関係が大きく変動しているのがわかる。

4. む す び

ハイビジョン映像の色彩情報をすべて出力側の色再現範囲内に相対的な関係で表示する実験を行った。その際、測色的には一致しないが、主観的には、図3(c)に示すように、双方が近い色を表示していると感じられるように色相のシフトを含めての変換が良好なカラーマネージメントであるとの結果を得た。LUTの決定に際しては、風景、人物等を撮影したハイビジョン映像やCG画像を原稿として使用し、LUTの最適化はCRT上の映像と印刷物を専門の製版技術者に繰り返し提示しながら行った。明度域については、CRTモニタと印刷物の最高明度・最低明度をそれぞれ一致させ、両者を相対的に対応させ、彩度についても、両者の相対関係が保存されるよう座標変換を行った。従来のガムットマッピングでは色相角は固定されていたが、主観評価を続ける中で、CMYの色相をシフトさせた方が見かけ上良好な結果が得られることがわかった。

図6に、色相角回転による最良のカラーマネージメントアルゴリズムを用いて、テレビジョン学会により作成されたハイビジョン標準画像を用いた各種のシーンの印刷例を示す。このように、ハイビジョンからも良好な印刷物が得られることがわかる。なお本研究は、ハイビジョン普及支援センターにおけるハイビジョングラフ研究会において行った実験であり、本研究にご協力された全メンバーに感謝致します。

【参 考 文 献】

- 1) 東 吉彦: “メディア間の色再現の問題”, 日本写真学会印刷技術セミナー予稿, pp. 36-45 (1993)
- 2) Frank Vaughn: “Color WYSIWYG Comes of Age”, BYTE, 15, pp. 275-279 (1990)
- 3) M. C. Stone: “Color Gamut Mapping and the Printing of Digital Color Images”, ACM Trans. on Graphics, 7, 4, pp. 249-252 (1988)

(a) 共通領域保存

(b) 彩度保存

(c) 色相角回転

図 3 カラーマネージメントによる
印刷サンプル例
Printing example used color
management.

ハイビジョン印刷用カラーテスト画像とその印刷実験の報告

写真 1 テスト画像 No. 1(小物)
Test image No. 1 "KOMONO"

写真 2 テスト画像 No. 2(チャート)
Test image No. 2 "Chart"

図 6 ハイビジョンシステム評価用標準動画像からの印刷サンプル
Printing examples used Hivision system test standard image.

なかじま まさゆき
中嶋 正之 1969 年，東京工業大学工学部電気工学科卒業。1975 年，同大学大学院博士課程修了。同年，同大学勤務。1983 年，同大学像情報工学研究施設助教授。1992 年，同大学電気電子工学専攻教授。現在，同大学大学院情報理工学専攻教授。コンピュータグラフィックス，コンピュータアニメーション，画像処理の研究に従事。工学博士。正会員。

にしお けいいち
西岡 貞一 1979 年，千葉大学工学部修士課程修了。同年，凸版印刷(株)に入社。同社総合研究所にて色再現，高精細画像伝送の研究に従事。ハイビジョン，フォト CD 等とカラーマネージメントシステムを応用したブリップレスシステムを開発。1994 年より，同社マルチメディア本部トップランメディアセンターに所属。インターネットを利用した情報発信プロジェクト「サイバーパブリッシングジャパン」をプロデュースしている。