

カラー画像情報処理

松代 信人

本稿では、カラープリンティングソリューションの基幹技術の1つであるカラー画像情報処理に関して、われわれが行っているカラーサイエンス研究、カラー処理研究開発、カラープリンタ製品技術開発について、3つの章立てで述べる。本稿は概要の紹介を目的としていることを付記しておく。

カラーサイエンス研究^{1) 2) 3) 4) 5)}は、カラー処理研究開発とカラープリンタ製品技術開発を支えるバックグラウンドである。カラー処理研究開発については、いくつかのテーマの概要を述べる。カラープリンタ製品技術開発においては、コア処理部としての形態でわれわれが設計開発を行い既に製品に適用済みの、カラー処理ファームウェア、カラー処理LSI、カラー処理ユーティリティについて、その概要を説明する。

カラープリンタ製品およびそれらをシステムとして提供するプリンティングソリューションへの貢献ミッションにおいて、その守備範囲をカラー画像情報処理はもとより広く情報処理一般に設定しており、広い視野からの解説内容となっている。

カラーサイエンス研究

光と人間の知覚との関係に関する学問分野を、特に色知覚に重点をおいて取り扱う場合に、カラーサイエンスという。カラーサイエンスの基幹分野である光学、視覚、照明、心理といった分野をベースとし、画像入力・出力、蓄積、伝送、およびそれに伴うデジタル情報処理、メディア情報処理への工学的な展開が、カラーエンジニアリングとしてのカラー画像情報処理分野であり、本稿の主たる内容として後の章で取り上げる。

カラーサイエンステーマのうち、本稿では、好ましい色再現、調和配色について述べる。これらは、最終的には製品への反映を目的としたもの、もしくは既に反映されているものである。

(1) 好ましい色再現

人間が好ましいと感じる色に影響する要因には個人と環境がある。個人要因は、年齢、性、人種、パーソナリティなどであり、環境要因は、居住地域の風土、風俗、習慣、歴史などである。他方、視覚の構造レベルでの共通項や、人間の基本感情に基づいた好ましい色への普遍にして一定な側面も存在している。これらの存在は、これまでにあまり明確にされたことはないが、幾つかの実験例においてその存在が示唆されている。

われわれのこの問題に対するアプローチについて以下説明する。この問題は、被験者サンプル数大において真理が判明する問題であるが、限られた実験資源、工数において、これを予測、推定する問題となる。われわれはこの問題において、モデルベースの予測・推定法を開発した。モデルとしては、既に得られている色覚モデルの知見からいくつかの仮説を立て、これを検証していくモデルである。図1にこのモデルの処理ブロックを示す。仮説は、既に認知されている色覚モデル、心理モデルから立てたものであり、これを心理実験を通じた仮説検定により検証し、正当仮説とするか、不当仮説とするかを決定する。正当仮説に対応したパラメータを色覚基礎データとして、好ましい色再現設計を行う。

われわれはこの手法により、人類のいくつかの共通項についての基礎データ、緯度といった地理的パラメータに依存した変動についての基礎データを得ている。これらのうちの確信度の高いもののみを実用に供している。

心理実験には、実験回数といったパラメータが含まれ

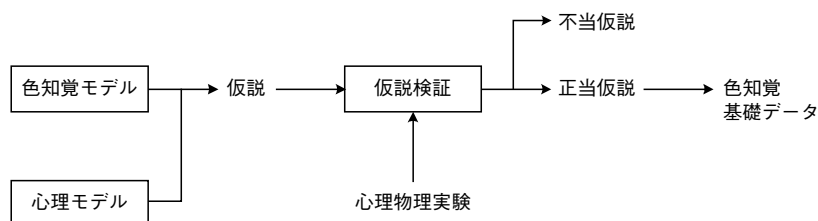


図1 色知覚データの取得

るが、こういったパラメータの設定を含めた方法論についての基礎的な研究^{4) 5)} も行っている。

これらの成果の一部は、後の章で述べるカラープリンタファームウェアに含まれるカラーマッチング処理に反映されている。

(2) 調和配色

当社カラープリンタにおける付加価値としての配色系カラーソリューションアプリケーションにおいて、調和配色が必要とされる。調和配色とは、複数の色の組み合わせ配置の良し悪しを議論するものである。好ましい色再現が主としてイメージに対応した色再現であるのに対して、調和配色は、グラフィックスにおける色の空間的な組み合わせにおける良し悪しを議論するものである。

われわれは、調和配色評価における理論的な枠組みとして、独自の理論を開発している。この理論の1応用例については、次の章のカラーエージェントのところの説明する。

カラー処理研究開発

先に述べたように、カラーサイエンスの基幹分野である光学、視覚、照明、心理といった分野をベースとし、画像入力・出力、蓄積、伝送、およびそれに伴うデジタル情報処理、メディア情報処理への工学的な展開がカラーエンジニアリングであり、本章と次章で述べる。われわれのウエイトの大半を占める範疇であり、要求機能に対する実現系という観点での要素技術研究開発を行っている。そのうちの幾つかのテーマを紹介する。

(1) マルチスペクトルカラー

今日、画像の各画素ごとに分光情報（スペクトル情報）を備える画像、すなわちマルチスペクトル画像が利用されはじめている。このマルチスペクトル画像は、R、G、Bからなる従来のRGBカラー画像では十分に表現できない色情報を再現することができ、例えばより正確な色再現が望まれるeコマース等において有効である。われわれは、マルチスペクトル画像データの有効な表現方法を独自に開発している⁶⁾。

図2は、(a) RGBカラー画像と (b) マルチスペクトル画像の比較を行うものである。花の色のレンジが通常のRGBカラー画像で再現するのが難しい色であり、(b) マルチスペクトル画像が本来の色をほぼ正確に再現しているものである（ただしここでは、印刷の色再現の関係で、両者の差分としての表現となっている）。



(a) RGBカラー画像



(b) マルチスペクトルカラー画像

図2 RGBカラー画像とマルチスペクトル画像

(2) オブジェクト指向好ましい色再現

先に述べた、人間が好ましいと感じる色をベースとして、さらにオブジェクトの種類に依存して人間が好ましいと感じる色再現領域が存在する。ある画像内の個々のオブジェクトを、他オブジェクトとの均衡を保持しながら、それぞれの好ましい色領域で表現することにより、画像全体の好ましさが増す。われわれは手始めに食品を対象オブジェクトとし、食品の好ましい色再現理論に基づき、種類ごとの好ましい色再現領域のデータベース化を試みている。そして画像の領域分割、オブジェクト種類のラベリング後に色再現領域データベースを用いて色変換処理を行う。図3は、(a) 原画像と (b) オブジェクト指向好ましい色再現画像である。画像全体のバランスを保ちつつ、個々の野菜がみずみずしく表現され、より新鮮な印象となっている。

(3) カラーエージェント

プリンティングソリューションにおける処理概念の1つの枠組みとして、エージェントという観点からの取り組みを行なっている。具体的には、ユーザがカラープリンタから印刷出力、OHP出力する対象の1つと考えられる



図3 原画像とオブジェクト指向好ましい色再現

PowerPoint*¹⁾ プレゼンテーションの配色作成支援機能
を提供することを目的としたアプリケーションである。

情報処理の分野における“エージェント”という言葉の持つイメージは、「知的かつ洗練された支援を提供してく

れるソフトウェアシステム」というものであり、ソリューション開発のあるべき姿または目指すべき方向の1つである。

カラーデザインの初級ユーザにとって敷居の高い配色作成作業を支援するという機能的付加価値に加え、このソリューションがユーザにもたらす満足感／達成感は、調和的に優れた配色が得られるという視覚に直接明確に訴えかけるものであり、“エージェント”という言葉から想起される洗練されたイメージと通じる側面である。

図4のブロック図でその機能概要を説明する。

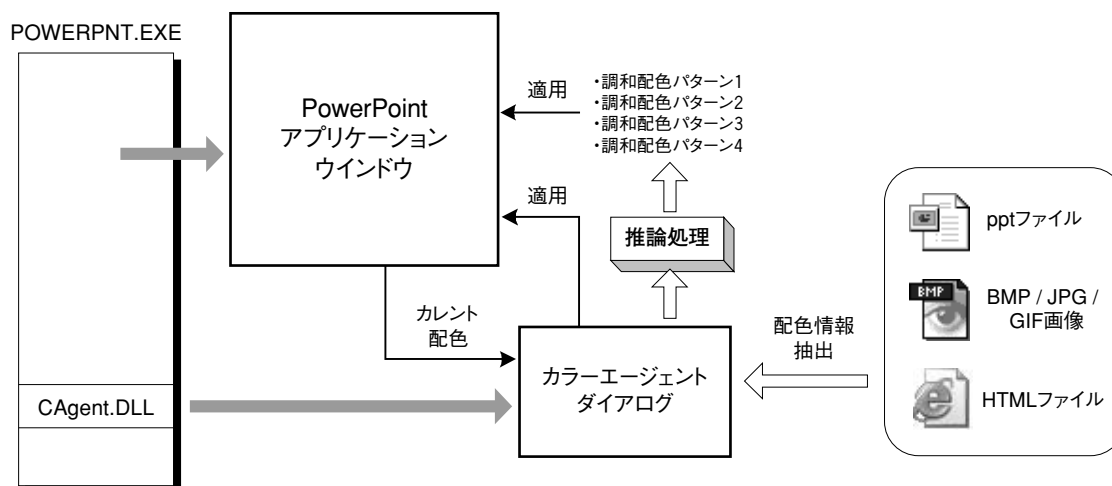
PowerPointウィンドウで開かれている編集対象プレゼンテーションの元の配色（図5（a））から、推論処理により複数の推奨配色（図5（b））が生成されユーザに提示される。ユーザはこの中から選択を行う。編集対象プレゼンテーション以外の他のPowerPointファイル、BMP/JPG/GIF画像ファイル、およびHTMLファイルから配色情報を抽出して編集対象プレゼンテーションに適用する機能も備えている。

カラープリンタ製品技術開発

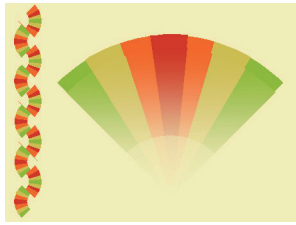
先に述べたように、幅広い知見から開発された要素技術を、カラー処理ファームウェア、カラー処理LSI、カラー処理ユーティリティ、カラーアプリケーションという4本の切り口で製品に適用している。

(1) カラー処理ファームウェア

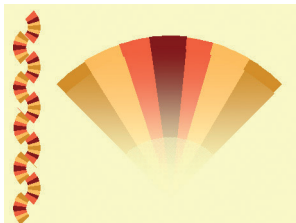
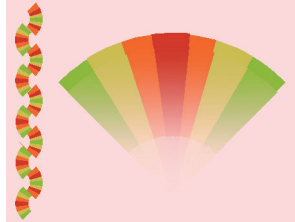
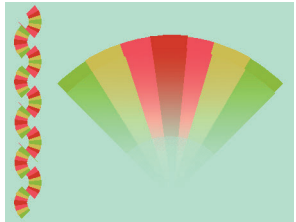
プリンタカラーマネージメントファームウェア部を独自開発している。デバイス間の再現色域の違いを整合するガマットマッピング処理において、形状相対型の範疇⁷⁾



*1) Power Pointは米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標です。



(a) 元配色



(b) 推奨配色

図5 カラーエージェントによる処理例

に属する独自ガマットマッピング方式を搭載している。また、ファームウェアによる濃度自動補正方式を開発し搭載している。

(2) カラー処理LSI

カラーマネージメント処理の高速化のためにカラーマッチング処理をLSI化している。また、内部データ処理の高速化のために、多値カラー画像データ圧縮処理および二値カラー画像データ圧縮処理⁸⁾を専用LSI化している。多値カラー画像データ圧縮方式は独自分析合成型データ圧縮方式、二値カラー画像データ圧縮方式は独自算術型コピー符号データ圧縮方式である。

(3) カラー処理ユーティリティ

色調整といった感覚的・定量的操作においては、人間とPC GUI間でのインタラクションにおいて、優れたヒューマンインタフェースを提供することが要請される。提供しているヒューマンインタフェースは、カラーサンプルの中から、どの色をどこの色に持っていきたいかという指定を直接行うものであり、簡単な操作で効果的にユーザの要請に応え得るものである。

お わ り に

カラープリンティングソリューションの基幹技術の1つであるカラー画像情報処理に関して、われわれが行っている研究開発の概要について述べた。

基礎、応用、実用の境界を取り払った柔軟な開発体制での製品展開が重要であると考えており、今後も製品サイクルに対する有効な製品技術をタイムリーに開発していきたいと考えている。 ◆◆

参考文献

- 1) N. Matsushiro: “Optimizing Color-Matching Functions for Individual Observer Using a Variation Method”, The Journal of Imaging Science and Technology, Vol. 45, No.5, pp.472-480, 2001
- 2) N. Matsushiro: “Theoretical Analysis of Subtractive Color Mixture Characteristics”, Color Research and Applications, John-Wiley, in press.
- 3) N. Matsushiro: “Theoretical Analysis of Subtractive Color Mixture Characteristics II”, Color Research and Applications, John-Wiley, in press.
- 4) 松代: “情報論からのマクアダム色度図楕円に関する2, 3の考察”, 画像電子学会研究会, 第194回, 2002年
- 5) 松代: “情報論からのマクアダム色度図楕円に関する2, 3の考察”, カラーフォーラムJapan 2002, pp.19-22, 2002年
- 6) 松代: “積分型主成分分析に基づくスペクトルデータの分析”, カラーフォーラムJapan 2001, 2001年
- 7) 松代: “カラーマネージメントと高精細画像処理”, 日本テクノセンターセミナーテキスト, 2003年
- 8) 松代: “JBIGデータ圧縮”, 産業科学システムズセミナーテキスト, 2001年

● 筆者紹介

松代信人: Nobuhito Matsushiro.株式会社沖データ NIP事業本部 画像開発グループ画像研究チーム チームリーダー 工学博士